Duplicate
Lane Medical Library
De 16 '32

Zur Kenntnis der Bedeutung des Kauens für die Resorption

Akademische Abhandlung

von

Kerttu Seppä
Zahnarzt

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Helsingfors)

Wird mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Helsingfors im hist.-phil. Hörsaal am 29. Mai 1929, um 12 Uhr öffentlich verteidigt

Berlin und Leipzig 1929
Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung - J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung - Georg Reimer - Karl J. Trübner - Veit & Comp.

Zur Kenntnis der Bedeutung des Kauens für die Resorption

Akademische Abhandlung

von

Kerttu Seppä
Zahnarzt

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Helsingfors)

Wird mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Helsingfors im hist.-phil. Hörsaal am 29. Mai 1929, um 12 Uhr öffentlich verteidigt

Berlin und Leipzig 1929

Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung - J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung - Georg Reimer - Karl J. Trübner - Veit & Comp.

Diese Arbeit erscheint in
„*Skandinavisches Archiv für Physiologie*". Bd. LVII. (1928.)

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig

Inhalt.

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Anordnung und Ausführung der Versuche	20
III.	Versuchsergebnisse	31
	1. Kartoffelserie	31
	2. Roggenzwiebackserie	36
	3. Weizenzwiebackserie	42
	4. Rindfleischserie	46
	5. Bohnenserie	51
	6. Speckserie	54
	7. Bananenserie	59
IV.	Mittelwertergebnisse in den verschiedenen Serien	63
V.	Besprechung der Versuchsergebnisse	67
VI.	Zusammenfassung	83

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153320_0222

I. Einleitung.

Ordentliches Durchkauen der Speisen ist allgemein als eine unerläßliche Bedingung einer guten Gesundheitspflege anerkannt. Seine Bedeutung wird wieder und immer wieder von Erziehern und Ärzten betont. Infolgedessen hat die Notwendigkeit des guten Kauens Eingang in das Bewußtsein des großen Publikums gefunden, jedoch vorzugsweise nur in das Bewußtsein, ohne darum in höherem Grade auf die gewohnte nachlässige Art des Kauens und Essens einzuwirken.

Mustern wir die innermedizinische Literatur durch, so finden wir allgemein die Unerläßlichkeit des gründlichen Kauens als prophylaktische wie als therapeutische Maßregel hervorgehoben. Unter anderen sagt Wegele[1], daß das sorgfältige Kauen in der heutigen Zeit des Hastens und Drängens nicht den Platz in der Ernährung und Gesundheitspflege einnehme, der ihm zukomme.

Um noch andere von innermedizinischer Seite gefällte Urteile über die Bedeutung des Kauens anzuführen, möchte ich ferner Hoffendahl[2] erwähnen, welcher sich folgendermaßen ausspricht: „Die Nahrung wird von solchen Personen, gleichviel, ob sie Kinder oder Erwachsene sind, deren Mund sich in schlechtem Zustand befindet, nur

[1] C. Wegele, *Die Therapie der Magen- und Darmkrankheiten.* Jena 1911. S. 7.

[2] K. Hoffendahl, Erkrankungen der Mundhöhle. *Spezielle Pathologie und Therapie innerer Krankheiten,* herausgegeben von Kraus und Brugsch. 1921. Bd. V. S. 20 u. 23.

unvollkommen gekaut. Sie wird nicht richtig eingespeichelt und kann infolgedessen nicht verdaut werden. Da nun der Kauakt die erste Phase des ganzen Verdauungsprozesses bildet, werden selbstverständlich durch den Zustand der Zähne alle Funktionen im Nährsystem gehemmt und gestört werden, die Bluterzeugung wird leiden, und hierdurch wird der Organismus bald schwer geschwächt und entkräftet. — Die Zähne sind für den Kauakt, der für eine normale Verdauung unerläßlich ist, unbedingt nötig. Sie fassen die in den Mund gebrachten Nahrungsmittel, zerschneiden, zerreißen und zermahlen diese in kleine Stücke und begünstigen durch die Kaubewegung bei gleichzeitiger Absonderung der Mundflüssigkeit die Bildung der Bissen. In der Jugend, solange die Verdauung lebhaft und rasch ist, macht sich ein etwaiger Mangel an Zähnen nicht in dem Maße für den Gesamtorganismus bemerkbar wie im späteren Alter. Chronische Verdauungsstörungen infolge fehlender oder kauunfähiger Zähne sind häufig beobachtete Erscheinungen."

Auch Zweig[1] betont die Wichtigkeit des Kauens, indem er sagt: „Der Kauakt hat nicht nur eine Bedeutung für die chemische Umwandlung der Stärke in Zucker mit Hilfe Ptyalins, sondern er erspart durch sorgfältige Zerkleinerung der Speisen dem Magen eine wichtige Aufgabe."

Besonders der Engländer Campbell[2] hält das gründliche Kauen für außerordentlich wichtig. Mangelhaftes Kauen verursacht nicht nur Verdauungsstörungen und Magenleiden, sondern es ruft auch Störungen in anderen Organsystemen hervor. Das gute Kauen dagegen stimuliert das Herz und befördert den ganzen Blutumlauf. Bei gründlichem Kauen wird reichlicherer Speichel abgesondert, und dabei erfolgt die Umwandlung der Stärke in Maltose äußerst vollständig. Gründliches Kauen vermindert auch die notwendige Nahrungsmenge. Je besser die Speisen gekaut werden, desto vollkommener werden sie verdaut und desto ökonomischer werden sie auch vom Organismus ausgenutzt.

Die oben angeführten Äußerungen von Hoffendahl und Zweig spiegeln die allgemeine innermedizinische Auffassung wieder. Die Thesen Campbells dagegen sind kühner, und ihr Urheber vertritt damit mehr seine eigene Ansicht als eine allgemein angenommene Denkweise.

In den meisten odontologischen Lehrbüchern, in denen die Bedeutung des Kauens behandelt ist, wird das gründliche Durchkauen

[1] Walter Zweig, Ernährung bei Magenerkrankungen. *Spezielle Pathologie und Therapie innerer Krankheiten*, herausgegeben von Kraus und Brugsch. 1921. Bd. V. S. 285.

[2] Harry Campbell, Observations on mastication. *Lancet*. 1903. Bd. II. S. 84 u. 216.

der Nahrung als eine Notwendigkeit für die Verdauung betrachtet. Nach Blau[1] z. B. ist die Zerkleinerung der Speisen ohne Zähne im allgemeinen unmöglich. Wenn die Speisen nicht gekaut werden, regen sie auch nicht die Geschmacksempfindung an, was für die Verdauung von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Dann werden die Speisen auch nicht genügend durchspeichelt, und der Magensaft vermag nicht hinreichend auf sie einzuwirken, wodurch im Verdauungskanal eine abnorme Gärung entstehen kann. Über das gute Kauen als verdauungsförderndes Moment spricht sich Misch[2] folgendermaßen aus: „Die experimentelle Prüfung der Einwirkung des Kauens auf die Ausnutzung der Speise hat die bisherige Annahme von dem hohen Wert eines guten Durchkauens, mithin also eines guten Gebisses voll bestätigt. Hierbei genommene Kotuntersuchungen haben gezeigt, daß durch gutes Kauen eine auffallend bessere Ausnutzung der Nahrung erfolgt. Dieses Ergebnis kann nicht durch anderes erzielt werden — selbst nicht durch feinste mechanische Zerkleinerung der Nahrungsmittel — und muß, da das Kauen durch die Mahlzähne ausgeführt wird, naturgemäß ausbleiben, wenn sie kariös sind oder andere pathologische Veränderungen in ihrer Umgebung vorliegen, oder wenn sie — bei natürlichen Zähnen infolge unregelmäßiger Zahnstellung, bei Zahnersatz infolge unrichtigen technischen Aufbaues, nicht mit ihren Antagonisten artikulieren. Das Fehlen von Backenzähnen hindert die genügende Einspeichelung, sowie die erforderliche Zerkleinerung und Zermalmung der Nahrungsmittel und stört die vom Kauakt abhängige, reflektorische Auslösung der Magensaftsekretion. Es können somit die dem Organismus zugeführten Nahrungsmittel in den weiteren Teilen des Verdauungstraktus nicht genügend ausgenutzt werden. Die erforderliche vollständige Umwandlung der Eiweißstoffe und Kohlenhydrate in Körpereiweiß und animalischen Zucker bleibt aus. Ein größerer Teil der Nahrung verläßt unverdaut wieder den Körper und geht so für den Aufbau beziehungsweise für die Erhaltung desselben verloren."

Im Gegensatz zu dieser teilweise allgemeinen Anschauungsweise seien jedoch Baume[3] und Kantorowicz[4] erwähnt. Der erstere sagt in seinem Lehrbuch, der Magen könne, wenn er überhaupt imstande sei, auch sehr unvollständig gekaute Nahrung verdauen. Nach Kan-

---

[1] Th. Blau, Vorbereitung des Mundes für den künstlichen Ersatz. *Handbuch der Zahnheilkunde*, von Julius Scheff. Wien und Leipzig 1910. Teil III. S. 1 u. 2.

[2] J. Misch, *Lehrbuch der Grenzgebiete der Medizin und Zahnheilkunde*. Leipzig 1923. S. 312.

[3] R. Baume, *Lehrbuch der Zahnheilkunde*. 1885. S. 16.

[4] A. Kantorowicz, *Klinische Zahnheilkunde*. Berlin 1924. S. 60.

torowicz ist ein vollständiges Gebiß nicht unbedingt für die Verdauung erforderlich. Es gebe nämlich zahlreiche zahnlose Menschen, die mit halbfester Nahrung in ausgezeichneter Verfassung bleiben.

In diesem Zusammenhang darf auch H. Fletcher[1] erwähnt werden, der als Laie mit seiner „Kunst des Essens", deren wesentlichster Teil in möglichst gründlichem Kauen der Nahrung besteht, große Aufmerksamkeit erregte. Ein solches Kauen steigerte nach Fletcher die Resorption zu solcher Vollkommenheit, daß die notwendige Nahrungsmenge bedeutend vermindert werden konnte.

In den oben aufgenommenen Anführungen wird nur allgemein die große Bedeutung des Kauens dargelegt. Ein gutes Kauen gilt als eine äußerst wichtige, ja unerläßliche Vorstufe des langwierigen und komplizierten Prozesses der Verdauungsarbeit. Das gute Kauen wird im allgemeinen als ein solches Axiom hingestellt, daß das Kauen und seine Einwirkung früher wenigstens nicht in größerem Umfang zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gemacht worden sind. Bei der Durchsicht der Literatur findet man zwar, daß die Notwendigkeit eines guten Kauens und eines guten Gebisses erwähnt wird, aber in welchem Grade sie notwendig sind und in welchem Grade mangelhaftes Kauen und mangelhafte Zähne schädlich einwirken oder die Resorption herabsetzen, ist ein Thema, auf das sich die Forschung verhältnismäßig selten gerichtet hat.

Im folgenden werde ich kurz eine Anzahl in der Literatur anzutreffender Untersuchungen referieren, die sich eingehender mit der Bedeutung des Kauens für die Verdauung und Resorption beschäftigen. Zunächst versuchte eine größere Anzahl gleich zu erwähnender Forscher nur indirekt die große Bedeutung des Kauens für die Steigerung der Resorption zu erweisen. Erst später wird damit begonnen, Versuche auszuführen, in denen die Einwirkung des Kauens auf die endgültige Resorption genauer und direkt studiert wird.

Fermi[2] hat sehr umfassende Versuche über die Frequenz des Kauens angestellt. Besonders zahlreich sind seine Versuche darüber, wievielmal der Bissen gekaut werden muß. Die Frequenz des Kauens hängt nach Fermi nicht von der chemischen Zusammensetzung der Speise ab, sondern davon, wie leicht sich die verschlingbaren Bissen bilden. Auch das Alter, die Beschäftigung, das Temperament, die Temperatur und die Gesundheit spielen dabei eine Rolle. Ein 2jähriges Kind kaut viel weniger als ein 4jähriges, dessen Kaufrequenz ziemlich die

[1] A. v. Borosini, *Die Eßsucht und ihre Bekämpfung*. Dresden 1922.

[2] Fermi, Über das Kauen der Speisen. Virchows *Arch. f. pathol. Anatomie u. Physiol.* 1901. Supplement.

gleiche wie die des Erwachsenen ist. Im Durchschnitt wird Brot vor dem Hinunterschlucken etwa 32mal gekaut. Die niedrigsten Werte sind 14 bis 20; vor dem 8. bis 10. Kauakt wird der Bissen nicht hinuntergeschluckt, aber er wird auch nicht mehr als 100mal gekaut. Wenn der Bissen eine genügende Anzahl von Malen gekaut ist, will er nicht mehr im Munde bleiben, sondern wird verschlungen. Mangelhaftes Kauen betrachtet Fermi als schädlich, ebenso übermäßiges. Zu sehr gekaute Nahrung regt nach seiner Angabe die Tätigkeit des Magens nicht genügend an. Auch wird bei übermäßigem Kauen Speichel verschwendet, und diese Verschwendung hat nach Fermi Abmagerung und eine Verkümmerung der Eingeweide zur Folge, wofür er zugleich auf Forscher wie Wright, Burserius, Reisch und Pawlow verweist.

Zu derselben Zeit hat Gaudenz[1] die Größe des normalen Bissens und den Zerkleinerungsgrad des zu verschlingenden Kauproduktes bei normalem Gebiß untersucht. Als Größe des gewöhnlichen Bissens fand er etwa 5 ccm. Um das zu verschlingende Kauprodukt zu studieren, spie er dasselbe auf eine besondere Seihvorrichtung mit Filtrierpapier, deren oberster Teil, das eigentliche Sieb, nur Stücke von weniger als 1 mm durchließ. Die noch kleineren Teilchen blieben auf dem Filtrierpapier zurück, und die Flüssigkeit wurde in ein darunterstehendes Gefäß aufgefangen. Nach diesem Verfahren vorgehend beobachtete Gaudenz, daß der Mensch unter normalen Verhältnissen nicht über 12 mm große Stückchen hinunterschluckt, und daß auch solche von 7 mm im Durchmesser nur in sehr beschränkter Menge vorhanden waren. Die kleinsten Teilchen in dem zu verschlingenden Bissen konnten sogar nur 0·01 mm messen. Da der größte Teil der Kauprodukte durch das oberste Sieb ging und daher weniger als 1 mm maß, erkennt Gaudenz hierin eine große Bedeutung der Zähne für die Zerkleinerung der Speise.

Außer der im Munde stattfindenden mechanischen Zerkleinerung der Speise erfolgt ebenda auch eine Einspeichelung des zu kauenden Bissens. Diese Einspeichelung ist in mehrerer Hinsicht von Bedeutung. Erstens wird das trockene, ja grobe Kauprodukt durch den Speichel zu einer weichen breiförmigen oder gar suppenartigen Masse. Der leimige Bestandteil des Speichels, das Muzin, macht den Bissen glatt. Die ausgiebige Wassermenge des Speichels anderseits löst die in der Speise befindlichen wasserlöslichen Bestandteile auf. Das in dem Speichel vorhandene Enzym, das Ptyalin, hat ebenfalls eine wichtige Aufgabe, indem es die Stärke in lösliche Form überführt.

[1] J. U. Gaudenz, Über die Zerkleinerung und Lösung von Nahrungsmitteln beim Kauakt. *Arch. f. Hyg.* 1901. Bd. XXIX.

Wie Pawlow[1] und seine Schüler gezeigt haben, rührt die Abscheidung des Speichels von sensoriell-psychischen Reizen her. Nach Bidder[2] und Schmidt[2] wird innerhalb 24 Stunden 1400 bis 1500 ccm Speichel abgesondert. Am intensivsten ist diese Sekretion beim Essen. Das Kauen an sich verursacht keine Speichelsekretion, aber das Zerkauen der Speise steigert die Geschmacksempfindung, indem es die schmeckenden Substanzen der Speise freisetzt und sie mit den Endorganen der Geschmacksnerven in innige Berührung bringt. Auch macht das Kauen die in der Speise befindlichen riechenden Gase frei, wobei sie durch die Choanen auf die Endigungen der Geruchsnerven wirken können. Auf diese Weise verursacht das Kauen also indirekt sowohl durch die Geschmacks- als die Geruchsorgane eine reflektorische Absonderung von Speichel.

Außer der Größe des normalen Bissens und dem Zerkleinerungsgrad des zu verschlingenden Kauproduktes hat Gaudenz, wie erwähnt, auch die im Munde stattfindende Lösung untersucht, wobei er die oben beschriebene Seihvorrichtung benutzte. Beim Kauen vegetabilischer Kost während $^1/_2$ Minute lösten sich davon 30 bis 50 Proz., gleichviel, ob die Nahrung mehr zucker- oder stärkehaltig war. Aus animalischer Kost löste sich nur der Teil, welcher wasserlöslich war. Wegen dieser Untersuchung gilt Gaudenz als der erste, der die Rolle der Zähne bei der Verdauungsarbeit gründlicher studiert haben würde. Besonders Michel[3] betont die Bedeutung von Gaudenz auf diesem Forschungsgebiet, und er sagt dann auch: „Gaudenz war meines Wissens der erste, der sich mit der Frage eingehender beschäftigte, was man unter gutem Kauen verstehe, d. h. bis zu welchem Grade die mechanische Zerkleinerung fester Nahrungsmittel bei dem Menschen mit normalem Gebisse vor sich gehe, und wie weit dieses Kauen und Zerkleinern die Verdauung befördere."

Etwa 20 Jahre später haben Paulsen[4] und Claussen[5] Versuche ausgeführt, die sich wesentlich an die Untersuchungen von Gaudenz anschließen und die Schütz[6] eingehend referiert hat. Von den beiden

[1] B. P. Babkin, *Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen*. Berlin 1914.

[2] Zit. nach Hammarsten, *Lehrbuch der physiologischen Chemie*. Wiesbaden 1914. S. 432.

[3] A. Michel, Was leisten die Zähne bei der Ausnutzung unserer Nahrung? *Zahnärztl. Rundschau*. 1904. Nr. 39.

[4] Paulsen, Über die Wirkung mangelhafter Kaufähigkeit auf die Verdauung. *Dissertation*. Kiel 1920.

[5] Claussen, Die Bewertung der Zähne nach Kaueinheiten, gemessen durch Kaufläche, Druck und Funktion. *Dissertation*. Kiel 1921. Ref. nach F. Schütz, Gebiß und Verdauung. *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* 1922. Bd. XCV. S. 289.

[6] Fr. Schütz, *Gebiß und Verdauung*, a. a. O.

genannten Forschern aß Paulsen zuerst mit normalem Gebiß und dann mit einem verschlechterten, das in der Weise hergestellt war, daß 6 und —6 mit einer $^1/_2$ mm dicken losen Krone versehen wurden, eine Maßnahme, die das Kauen derart erhöhte, daß nur die genannten Zähne mit den entsprechenden Zähnen des Oberkiefers artikulierten und mithin als einzige Nahrungszerkleinerer fungierten. Bei Claussen anderseits fehlten von vornherein +6, +7 sowie +4 und +5, 2+, 3+ und 4+, 5 = sowie 6 |, 7 = und 7—, die durch eine Prothese ersetzt waren. Bei Anwendung des schlechteren Gebisses aß er ohne Prothese. Beide Forscher kauten ihren Bissen so lange, daß sie ihn hätten hinunterschlucken können, und spien ihn in eine Seihvorrichtung, die aus zwei übereinanderliegenden Sieben bestand, von denen das erste Partikel größer als $2^1/_2$ mm, das zweite solche zwischen $2^1/_2$ und $1^1/_2$ mm abfiltrierte, wonach der Mund mit destilliertem Wasser ausgespült wurde. Paulsen fand nun, daß, wenn er mit dem normalen Gebiß Schwarzbrot kaute, sich davon im Munde 56·0 Proz. und mit dem verschlechterten Gebiß 46·4 Proz. lösten. Wenn Claussen frisches Feinbrot aß, lösten sich bei Anwendung des guten Gebisses 47·6 Proz. und ohne Prothese 41·3 Proz. Beim Essen gekochter Kartoffeln erhielt Claussen als entsprechende Werte in zwei verschiedenen Versuchsserien 67·8 bis 60·1 Proz. mit gutem Gebiß und 50·7 bis 49·2 Proz. ohne Prothese. Außerdem konstatierten beide Forscher, daß man mit dem schlechten Gebiß länger als mit dem guten beißen mußte, um den Bissen verschlingbar zu machen. Weiter stellten sie fest, daß, wenn mit dem Kauen noch fortgefahren wurde, der Unterschied zwischen den mit gutem und mit schlechtem Gebiß gewonnenen Resultaten sich verminderte.

An die vorerwähnten Untersuchungen schließen sich im wesentlichen die Versuche von Meyer[1] an. Er prüfte, in welchem Grade die mechanische Zerkleinerung und das Kochen kohlehydrathaltiger Speise auf deren Löslichkeit einwirkte. Seine Versuche führte er in vitro bei Körpertemperatur im Thermostaten aus. Die Versuchsspeisen, wie Kartoffeln, Mohrrüben, Äpfel und Makkaroni, wurden zu 10 mm und 1 mm kleinen Stückchen zerkleinert oder ganz fein zerrieben. Als Ferment benutzte Meyer 1 Proz. Malzdiastase, und er fand, daß sich die Versuchsspeisen um so rascher und vollständiger lösten, je mehr sie zerkleinert waren, und daß diese Auflösung durch Kochen der Speisen noch mehr befördert wurde.

Nach der früheren Auffassung wurde angenommen, daß der Speichel eine verhältnismäßig unbedeutende Rolle bei der Amylolyse spiele, denn

[1] Felix Meyer, Über die Bedeutung des Kochens und Kauens kohlehydrathaltiger Nahrungsmittel für die Verdauung. *Dissertation.* Würzburg 1900.

die Nahrung befand sich ja sehr kurze Zeit im Munde, und im Magen schwand die amylolytische Kraft des Speichels unter dem Einfluß des sauren Magensaftes. Müller[1] hat später Versuche über die amylolytische Wirkung des Speichels angestellt und gefunden, daß die Amylolyse außerordentlich schnell und kräftig erfolgt. Von dem verzehrten Mehl, Reisbrei und Brot wurden 50 bis 80 Proz. gelöst im Magen der Versuchspersonen nachgewiesen. In gewissen Fällen stieg die Löslichkeit der Stärke bis auf 100 Proz. Die Lösung der Stärke im Magen fand sehr schnell statt. 5 bis 10 Minuten nach dem Essen war die Prozentzahl der gelösten Kohlehydrate im ausgeheberten Mageninhalt am höchsten. Später sank sie etwas, weil der Magen die in flüssiger Form befindlichen Substanzen schnell entleert, aber die festeren, welche dem Einfluß des Magensaftes länger zu widerstehen vermögen, noch bei sich behält. Die Intensität des Kauens ist nach Müller für den Ablauf der Amylolyse sehr wichtig, aber die Azidität des Magensaftes ist durchaus nicht so bedeutungsvoll, wie früher im allgemeinen behauptet worden ist. Dies erklärt sich daraus, daß das Ptyalin des Speichels seine Aufgabe ausführen kann, bevor die Magensäuren mit ihrer hemmenden Tätigkeit beginnen. Hierbei ist ein mitwirkender Faktor nach der Beobachtung von Ellenberger und Grützner[2] die Schichtung der Speise im Magen. Außerdem hat Grützner konstatiert, daß die Einwirkung des Ptyalins in den inneren Teilen des Mageninhaltes 20 bis 40 Minuten nach dem Essen fortdauert, wogegen in den oberflächlichen Teilen des Mageninhalts die peptische Verdauung in vollem Gange ist.

Schreuer und Riegel[3] haben den Einfluß des Kauens auf die Sekretion des Magens studiert. Als Untersuchungsinstrument benutzten sie den Magenschlauch, mit dessen Hilfe sie auf gewöhnliche Weise gekaute oder mit dem Schlauch in den Magen gebrachte Versuchskost ausheberten. Wenn die Versuchskost aus Kohlehydraten bestand, setzte das fehlende Kauen die Säurewerte des ausgeheberten Mageninhalts stark herab. Eiweißhaltige Versuchskost war dagegen imstande, durch direkte Reizung der Magenschleimhaut eine genügende Sekretion hervorzurufen, wenn die Magentätigkeit der Versuchsperson normal oder wenn sie hyperazid war, aber nicht, wenn sie subazid war. In der Sekretion eines solchen subaziden Magens fanden sie einen deutlichen Unterschied, wenn die eiweißhaltige Kost mit dem Schlauch direkt in den

[1] Johannes Müller, Über den Umfang der Stärkeverdauung im Munde und Magen des Menschen. Ref. *Münch. Med. Wochenschr.* 1901. S. 283 u. 763.

[2] B. G. Babkin, *Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen*. Berlin 1914. S. 172.

[3] Schreuer und Riegel, Bedeutung des Kauaktes für die Magensekretion. *Zeitschr. f. phys. u. diätet. Therapie.* 1900—1901. H. IV.

Magen gebracht oder wenn die Kost auf gewöhnliche Weise verzehrt wurde. Nach der Ansicht Schreuers und Riegels wirkte der Kauakt als solcher auf die Sekretion des Magensaftes ein.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß Pawlow schon viel früher konstatiert hatte, daß psychische und sensorielle Reize bei Hungergefühl eine Sekretion von Magensaft sowohl verursachen als auch steigern. Auf diese Beobachtungen hin vermutet denn auch Heger[1], daß verlängertes Kauen an sich den Magen nicht zu lebhafterer Sekretion anregt, sondern daß das gründliche Kauen die Geschmacksempfindung erhöht und dadurch eine reichlichere Absonderung von Magensaft veranlaßt. Ebenso stützen sich auch Bauer und Schur[2] auf die Beobachtungen Pawlows und sind in ihren Menschenversuchen zu denselben Resultaten wie Pawlow in seinen Tierexperimenten gekommen. Sie heben hervor, „daß der Kauakt nicht nur wegen der Zerkleinerung und vorbereitenden chemischen Verdauung der Nahrung von Bedeutung ist, sondern auch deshalb, weil er die Magensaftsekretion in Gang setzt, noch ehe Ingesta in den Magen gelangt sind, weil er also den Anstoß gibt für die Bereitstellung des chemischen digestorischen Apparates. Diese Anregung der Magensaftsekretion erfolgt weder durch die mechanischen noch durch die chemischen Reize während des Kauens direkt, sie erfolgt vielmehr ausschließlich durch die ausgiebige Erregung der Geschmacksempfindungen und durch das Gefühl des Appetits".

Als Grundlage für eine Anzahl Untersuchungen, welche die Verdauung und die Entfernung auf verschiedene Weise zerkleinerter Nahrung aus dem Magen behandeln, sind die Versuche von Chonheim[3] zu betrachten. In diesen wurden einem Hunde, der eine Duodenalfistel hatte, zweimal 50 g Fleisch gegeben. In dem ersten Versuch wurde das Fleisch fein gehackt, in dem zweiten in 1 bis 2 cm großen Würfeln dargereicht. Die Magenverdauung des feingehackten Fleisches dauerte 1 Stunde 35 Minuten und die des gewürfelten Fleisches 2 Stunden 31 Minuten. Der aus der Duodenalfistel gesammelte, aus dem gewürfelten Fleisch entstandene Chymus enthielt nur 8 Proz. unzersetztes Eiweiß, aber von der Eiweißmenge des feingehackten Fleisches blieben bis 41 Proz. unzersetzt. Kurz gesagt wurde also das feingehackte Fleisch rasch, aber schlecht verdaut aus dem Magen ausgeschieden, während das gewürfelte Fleisch fast ganz zerfiel, obwohl seine Anwesenheit im Magen verlängert war.

---

[1] Heger, Einfluß eines verlängerten Kauens auf die Verdauung. Ref. *Münch. med. Wochenschr.* 1903. Nr. 44.

[2] Bauer und Schur, Die Bedeutung des Kauens für die Sekretion des Magensaftes. *Zeitschr. f. phys. u. diätet. Therapie.* 1921. H. 9.

[3] Chonheim, *Die Physiologie der Verdauung und Ernährung.* 1908. S. 22.

Nach der Ansicht Eulers[1] können die Versuche Chonheims nicht ohne weiteres auf den Menschen angewandt werden, weil der Verdauungsapparat des Hundes mehr als der des Menschen darauf eingestellt ist, schnell verschlungene Fleischnahrung zu verdauen. Er führte an sich Versuche aus, indem er gemahlenes und gewürfeltes Fleisch verzehrte und nach verschieden langen Intervallen mit dem Magenschlauch den Mageninhalt herausheberte, und zwar fand er 1. daß das gemahlene Fleisch etwa $^1/_2$ Stunde früher aus dem Magen abging, 2. daß die Zerfallsprodukte des gemahlenen Fleisches schneller auftraten, und 3. daß beim Verzehren von gemahlenem Fleisch mehr Salzsäure und besonders Pepton anzutreffen war. Durch diese Resultate versucht Euler indirekt die Notwendigkeit eines guten Gebisses und des guten Kauens nachzuweisen. Zu diesen Ansichten Eulers wäre jedoch zu bemerken, daß er seine Schlußfolgerungen nur aus dem herausgeheberten Mageninhalt gezogen und die Ergebnisse unbeachtet gelassen hat, die die aus dem Magen in den Darm gelangten Digestionsprodukte hätten liefern können.

Mit einer ähnlichen Methodik wie Meyer führte seine Versuche (in vitro) Götz[2] aus, der die Verdaulichkeit eiweißhaltiger Speisen verschiedener Zerkleinerungsgrade in Pepsin-Salzsäurelösung studierte. Seine Resultate stimmen mit den Beobachtungen Meyers überein, und er betrachtet eine gründliche Zerkleinerung der Speisen als sehr wichtig für die Verdauung.

Die Untersuchungen von Gaudenz sowohl als von Meyer und Götz genügen nach der Ansicht Lehmanns[3], um die große Bedeutung, ja die Notwendigkeit des Gebisses für die Ausnutzung zu erweisen. Er betrachtet diese Versuche als sehr wichtig, denn durch sie ist ja seiner Meinung nach erst die in den Lehrbüchern der Physiologie und Hygiene auftretende aprioristische Behauptung bewiesen worden, daß ein gutes Kauen für die Verdauung unerläßlich ist. Nach seinem Dafürhalten wird die fein gekaute Nahrung nicht nur darum besser vom Organismus ausgenutzt, sondern auch deswegen, weil sie den Verdauungsapparat weniger belastet als schlecht gekaute. Diese Ansicht Lehmanns wird noch durch die Resultate Paulsens und Claussens bestätigt.

In den oben angeführten Untersuchungen ist das Kauen an sich betrachtet oder es ist seine Wirkung auf die Verdauung an ausgespienen

[1] Euler, Die Magenverdauung bei maschineller Zerkleinerung des Fleisches. *Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift.* 1908. Nr. 7.

[2] Moritz Götz, Über die Bedeutung der Zerkleinerung von Speisen für die Pepsinverdauung des Eiweißes. *Dissertation.* Würzburg 1900.

[3] K. B. Lehmann, Über die Zerkleinerung und Lösung der Speisen beim Kauen. Ref. *Münch. med. Wochenschr.* 1900. S. 983. — Über die Bedeutung der Zerkleinerung und des Kochens der Speisen für die Verdauung. *Arch. f. Hyg.* 1902. Bd. XLIII.

eingespeichelten Kauprodukten, ausgehebertem Mageninhalt oder künstlich mit Enzymen behandelten verschieden zerkleinerten Nahrungsmitteln verfolgt, und aus diesen Beobachtungen sind dann Schlußfolgerungen auf die Bedeutung des Kauens für die ganze Verdauungstätigkeit gezogen worden. Die genannten Forscher haben gar nicht geprüft, wie das Kauen auf die schließliche Resorption der Nahrung einwirkt, sondern haben ihre Schlüsse aus früher stattgefundenen Vorgängen gezogen. Beispielsweise untersuchte Gaudenz die Zerkleinerung und Lösung des Bissens beim Kauen mit normalem Gebiß. Er beobachtete, daß der Bissen bei ½ Minute dauerndem Kauen außerordentlich fein zerkleinert wurde, ja daß sich ein beträchtlicher Teil davon löste. Bei in vitro ausgeführten Versuchen haben anderseits Meyer und Götz konstatiert, daß künstliche Fermente um so besser einwirkten, je feiner die Speise zerkleinert war. Daß es sich so verhält, ist nach der Ansicht Lehmanns ein genügender Beweis für die Notwendigkeit eines gründlichen Kauens mit Hinsicht auf den ganzen Verdauungsvorgang. Eine solche Schlußfolgerung schießt jedoch über das Ziel, denn Lehmann hat gar nicht beachtet, daß bei der umfassenden Digestionsarbeit auch andere Prozesse stattfinden können, die möglicherweise ein eventuelles mangelhaftes Kauen kompensieren. In Weiterführung der Auffassung Lehmanns könnte man auch behaupten, außerordentlich gutes Kauen sei noch vorteilhafter für die Verdauung. Ein solches zu gutes Kauen hält jedoch Fermi, wie ich schon früher erwähnt habe, nicht für wünschenswert.

Paulsen und Claussen ziehen ihre Schlußfolgerung nicht wie Gaudenz aus der Tatsache, daß der Bissen beim Kauen zerkleinert wird und sich gut löst, sondern sie vergleichen die von dem guten und dem schlechten Gebiß geleisteten Kauergebnisse und bemerken, daß die Speise mit dem mangelhaften Gebiß bedeutend schlechter zerkleinert und weniger gelöst wurde als mit dem guten. Aus dieser Beobachtung ziehen sie den Schluß, daß ein gutes Gebiß für die Verdauung von Wichtigkeit ist, wiewohl sie hervorheben, daß durch längeres Kauen die Arbeitsleistung des schlechten Gebisses verbessert werden kann. Auch die aus diesen Beobachtungen abgeleiteten Schlußfolgerungen können in bezug auf die schließliche Resorption nicht als genügend gelten.

Da die Resultate der obenerwähnten Forscher nicht hinreichen, um definitive Schlüsse darauf zu ziehen, inwieweit schlechtes Kauen auf die endgültige Resorption einwirkt, haben mehrere spätere Autoren im Hinblick darauf, daß in den Faeces die Zeichen einer mangelhaften Digestion, unverdaute Speisenreste, auftreten, es unternommen, die Faeces zu untersuchen und die von den Faeces gelieferten Produkte

mit den Gebissen und der Kauart ihrer Versuchspersonen zu vergleichen. So richtete z. B. v. Oefele[1] sein Augenmerk außer auf das Trockensubstanzprozent, die Farbe, die Reaktion, die makroskopischen Pflanzen- und Fleischreste der Faeces insbesondere auf die in diesen auftretenden mikroskopischen Stärkekörner und Muskelfasern. Er beobachtete besonders häufig und zahlreich Stärke und Muskelfasern in den Faeces derjenigen Patienten, die schlechte oder mangelhafte Molaren oder in bezug auf diese eine mangelhafte Prothese hatten. Dieselbe Erscheinung fand sich auch bei denen wieder, die ihre Nahrung zu schnell zu verschlingen pflegten. Das Auftreten unverdauter Stärke beruhte nach v. Oefeles Ansicht auf einer zu schwachen Speichelsekretion. Diese hinwieder sollte von den fehlenden oder mangelhaft funktionierenden Molaren herrühren. Aus der Mangelhaftigkeit der Molaren folgte Schwierigkeit und Unvollständigkeit des Kauens, sowie schlechte Speichelabsonderung und das Vorkommen von Stärke in den Faeces. Die Störung im Gesundheitszustand der Patienten faßt v. Oefele ebenfalls als eine Folge des durch mangelhaftes Kauen verursachten Auftretens von Stärke in den Faeces auf.

So sagt denn v. Oefele: „Zur Verdauung von Brot, Kartoffeln, d. h. allen stärkeenthaltenden Nahrungsmitteln, sind Widerparte unter den Molaren absolut notwendig, um beim Kauakte genügende Speichelvermengung zu ermöglichen. Die Wirkung eines einzigen Paares solcher Zähne ist schon von Einfluß auf die Ausnützung der Stärke. Eine genügende Ausnützung ist aber nur bei einem vollständigen Molarengebiß möglich. Das Fehlen der Molaren führt die Speicheldrüsen mit der Zeit zur Inaktivitätsatrophie." Und weiter: „Kartoffel- und Brotpartikel, welche ohne Kauarbeit im Munde vereint bleiben, werden auch durch die Knetarbeit im Magen und Darm nicht innig mit den übrigen Nahrungsbestandteilen vermengt, sondern bleiben bis in die entleerten Faeces in der Weise vereint, daß sie als Körnerhaufen erscheinen oder daß sie selbst noch in umschließenden Zelluloseschüllen erkennbar sind. Es ist ein ganz falscher Trost, annehmen zu wollen, daß bei ungenügender Verdauungsarbeit des Mundspeichels für die

[1] F. v. Oefele, Mangelhaftes Kauen und die Eigenschaften der Faeces. *Deutsche Zahnärztl. Wochenschr.* 1901. Nr. 32. — Kasuistischer Beitrag aus einer Faecesanalyse zur Bedeutung des Molarengebisses. *Ibid.* 1902. Nr. 40. — Notwendigkeit der Molaren in den Prothesen. *Ibid.* 1902. Nr. 41. — Technik der Faecesuntersuchung zum Erweise ungenügender Molarenarbeit. *Ibid.* 1902. Nr. 42. — Neue Grundlagen für die Beurteilung des Gebisses. *Ibid.* 1904. Nr. 17. — Gebißfehler in ihren Folgen für die Verdauung der Nahrung. *Ibid.* 1904. Nr. 35—36. — Wie viele Molarenpaare genügen für die Stärkeverdauung? *Ibid.* 1905. Nr. 10, 12, 22. — The relation of molar teeth to starch digestion. *Dental Record.* 1905. S. 160, 253.

Kohlehydrate die Pankreasverdauung vikariierend eintrete. Meine Analysenbefunde zeigen, daß das, was im Munde versäumt ist, auch versäumt bleibt."

Bei näherer Betrachtung der Untersuchungen v. Oefeles gewinnt man den Eindruck, daß sie unexakt sind. Vor allem sind die Anschauungsweise und die Deduktion der Schlüsse unkritisch. Er hat seinen Patienten keine bestimmte, gleichartige Kost zu essen gegeben und nicht geprüft, wie sie gekaut wurde. Seine Versuchspersonen waren großenteils Kranke, vorzugsweise Diabetiker. Die von den Patienten erhaltenen Faeces wurden zwar vielseitig analysiert, aber v. Oefele hat sich nicht darum bekümmert, unter welchen Verhältnissen und nach welcherlei Kost die Faeces gebildet waren. Dadurch, daß die Wahl der Kost den Versuchspersonen überlassen, die Prüfung ihrer Kauarbeit versäumt und aufs Geratewohl genommene Faeces untersucht wurden, verlieren die gefundenen Resultate schon an sich an Wert, so daß den Untersuchungen v. Oefeles keine überzeugende Bedeutung zuerkannt werden kann.

Dasselbe gilt auch von den Untersuchungen Michels[1] und Witzels[2], die auf dieselbe Weise wie diejenigen v. Oefeles ausgeführt worden sind.

Obwohl Resorptionsversuche als physiologisches Forschungsverfahren schon lange und in großer Zahl ausgeführt worden sind, haben sie doch erst in verhältnismäßig junger Zeit Anwendung auf Kauuntersuchungen gefunden. Nur durch Analysieren der verzehrten Nahrung und der mittels der nötigen Abgrenzungsmethoden gewonnenen Faeces kann man relativ genaue Werte für die resorbierte und die in Verlust gegangene Kost erzielen. Erwägt man die Arbeit, die die Nahrungsphysiologen seit Rubner geleistet haben, so muß man sich wundern, daß sogar Fermi nicht untersuchte, wie die Kost bei verschiedenartigem Kauen resorbiert wird, sondern nur verglich, wie die auf verschiedene Weise aus demselben Rohmaterial zubereiteten Speisen verschiedenen Triturationsgrades resorbiert wurden. So wurden z. B. die auf gewöhnliche Weise gekochten ganzen Kartoffeln im Darmkanal schlechter als Kartoffelbrei resorbiert. Im ersteren Fall war das Ausnutzungsprozent der Trockensubstanz und der Kohlehydrate 91 und 92. Beim Essen von Kartoffelbrei waren die entsprechenden Zahlen 95 und 96 Proz. Das Ausnutzungsprozent der Trockensubstanz und des Eiweißes der zu Brei gekochten Erbsen ist 91 und 83. Für die ganz gekochten Erbsen sind die entsprechenden Werte 82 und 70 Proz.

---

[1] A. Michel, Was leisten die Zähne bei der Ausnutzung unserer Nahrung? *Zahnärztliche Rundschau.* 1904. Nr. 39, 42, 43.

[2] Witzel, zit. nach Schütz, Gebiß und Verdauung. *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* 1922. Bd. XCV. S. 284.

Wie mir scheint, ist Zuntz[1] der erste, der eigentliche Resorptionsversuche angestellt hat, in denen die Einwirkung des Kauens zutage tritt. In diesen Versuchen diente als Versuchsperson der früher erwähnte Eßkünstler Fletcher, der Kartoffeln, Margarine und Butter aß und von den Kalorien der von ihm verzehrten Kost 92·2 bis 95·0 Proz. und vom Stickstoff 76·4 bis 77·2 Proz. resorbierte. Diese mit äußerst gründlicher Kauarbeit erzielten Resultate sind jedoch durchaus nicht staunenswert, denn schon viel früher hatte Rubner[2] ebenso gute, ja noch bessere Resorptionsergebnisse mit Kartoffelkost erhalten. Die entsprechenden Zahlen Rubners waren 95·4 und 80·5 Proz., obwohl dabei dem Kauen keine besondere Beachtung geschenkt wurde.

Überaus interessant und für die Kauforschung fruchtbringend wäre es gewesen, wenn Zuntz bei seinen Versuchen mit Fletcher diesen seine Kost der Kontrolle halber auf gewöhnliche Weise hätte kauen lassen. Das ist jedoch nicht geschehen.

In der 1916 erschienenen Untersuchung von Rosenfeld[3] tritt ebenfalls eine Versuchsperson auf, die während der ganzen Zeit, 4 Tage, dieselbe Kost, Fleisch, Brot und Kartoffeln, verzehrte. An den zwei ersten Tagen wurde schnell verschluckt, und an den letzten zwei wurde jeder Bissen eine Minute lang gekaut. Analysen wurden nur mit den Faeces ausgeführt. Rosenfeld gibt die Menge der Kost nicht an, sondern sagt nur, daß in beiden Versuchsserien dasselbe und gleich viel gegessen wurde. Er vergleicht bloß die Faecesmengen der beiden Versuche miteinander und gibt die Resultate für die verschiedenen Kauarten folgendermaßen an:

Es blieb unresorbiert:

	Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Asche
	g	g	g	g
Bei schlechtem Kauen	73	3·755	9·28	10·9
Bei gutem Kauen . .	45	2·21	5·74	5·53

Ich möchte die Anordnung der Versuche Rosenfelds als mangelhaft ansehen. Auch über die Abgrenzung der Faeces sagt er nichts.

Die Resorptionsversuche fordern im allgemeinen sehr große Sorgfalt, ja Zähigkeit von den Versuchspersonen sowie erstklassige Laboratorien und Vertrautheit mit quantitativen Arbeiten. Aus diesen Um-

[1] Zuntz, Gas- und Stoffwechsel bei eiweißarmer Nahrung. *Zentralbl. f. Physiol.* 1912. Bd. XXVI. S. 725.

[2] Zit. nach Zuntz.

[3] G. Rosenfeld, Zähne und Verdauung. *Deutsche Zahnärztl. Wochenschr.* 1916. Nr. 34.

ständen dürfte es sich wohl erklären, daß man erst nach dem Weltkrieg angefangen hat, Kauuntersuchungen mit der Präzision und den Anforderungen auszuführen, die man bei exakter wissenschaftlicher Arbeit und Anschauung voraussetzen darf.

Solche, höheren Anforderungen entsprechende Resorptionsversuche mit Bezug auf die Bedeutung des Kauens hat erst Schütz[1], zusammen mit Paulsen und Dimigen, angestellt. In ihren Versuchen wurde die zu verzehrende Kost analysiert und die Tätigkeit des ganzen Verdauungskanals berücksichtigt. Als Versuchspersonen benutzte Schütz Paulsen und Dimigen und sich selbst, wobei er ihre Kaufähigkeit durch Aufsetzen loser Kronen auf die unteren vorderen Molaren verschlechterte. Diese losen Kronen bewirkten, daß die Versuchspersonen bei der Anwendung derselben nicht ihr ganzes Gebiß gebrauchen konnten, sondern nur die überzogenen vorderen Molaren des Unterkiefers und die mit ihnen artikulierenden Zähne des Oberkiefers. Die Folge einer solchen künstlichen Erhöhung des Kauens war, daß die Schneidezähne einander gar nicht berührten, wenn auf die vorderen Molaren eine 0·5 oder 5 mm dicke Krone aufgesetzt war.

Die erste Versuchsserie führten Paulsen und Schütz in der Weise aus, daß an den vier ersten Tagen Brot mit normalem Gebiß gegessen wurde und an den vier folgenden Tagen mit dem verschlechterten Gebiß, wobei die unteren vorderen Molaren mit einer 0·5 mm dicken Decke überzogen waren. Hiernach wurde an 2 Tagen mit normalem Gebiß gemischte Kost verzehrt, die Brot, Kartoffeln, Bohnen, Sauerkraut und Fleisch enthielt, und danach 2 Tage dieselbe gemischte Kost mit der vorerwähnten Prothese. Die Resultate dieser Versuchsserien waren folgende:

Brotversuch.

Verlustprozente bei verschiedenen Kauarten.

	Trockensubstanz		N	
	Paulsen Proz.	Schütz Proz.	Paulsen Proz.	Schütz Proz.
Mit gutem Gebiß . .	7·42	6·54	37	29
Mit schlechtem Gebiß	8·93	6·36	37	23·7

In dem Brotversuch weichen die Resultate nicht sehr voneinander ab, aber in den Mischkostversuchen verursacht das verschlechterte Gebiß nach Schütz eine deutliche Verschlechterung der Resorption

[1] Fr. Schütz, Gebiß und Verdauung. *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* 1922. Bd. XCV. S. 279.

Mischkostversuch.

Verlustprozente bei verschiedenen Kauarten.

	Trockensubstanz		N	
	Paulsen Proz.	Schütz Proz.	Paulsen Proz.	Schütz Proz.
Mit gutem Gebiß . . .	5·77	5·77	13·43	13·7
Mit schlechtem Gebiß .	9·9	8·8	28·6	22·65

sowohl in bezug auf die Trockensubstanz als auf das Eiweiß. Da die Versuche keine völlig befriedigenden Resultate gegeben hatten, ordnete Schütz eine neue Versuchsserie mit Dimigen an. Hierbei erhöhte er das Kauen dadurch, daß er auf die unteren vorderen Molaren eine Krone setzte, deren Dicke nicht weniger als 5 mm betrug. Die Versuchskost wurde abwechselnder gestaltet und umfaßte Brot, Marmelade, Wurst, Margarine, Schmalz, Zucker, Käse, Kartoffeln, Erbsen, Fisch und Fleisch. Der Versuch dauerte 7 – 7 Tage, und die Resultate waren folgende:

Verlustprozent im Mischkostversuch.

	Trockensubstanz		N		Kalorien	
	Dimigen Proz.	Schütz Proz.	Dimigen Proz.	Schütz Proz.	Dimigen Proz.	Schütz Proz.
Mit schlechtem Gebiß .	8·6	8·4	20·0	20·7	9·3	9·0
Mit gutem Gebiß . . .	7·4	6·5	16·7	15·5	7·9	7·1

Aus den beiden Mischkostversuchen zieht Schütz den Schluß, daß das verschlechterte Gebiß ein größeres Verlustprozent verursacht. Da in der zweiten Versuchsserie die Differenz der Resultate bei Anwendung eines noch mehr verschlechterten Gebisses kleiner ist, meint Schütz, daß dies auf dem Anpassungsvermögen des Organismus beruhe, weil die Versuchszeit in diesen Versuchen länger als in den vorhergehenden war. Der Organismus lernt offenbar, „mit weniger fein zerkleinertem Material fertig zu werden, möglich auch, daß Zunge, Wangen und Gaumen die Arbeit der Zähne in einem mit der Dauer der Versuche zunehmenden Maße übernommen haben". Darum sagt Schütz zum Schluß: „Die Bedeutung eines mangelhaften Gebisses scheint also nicht so sehr in einer schlechten Kaufähigkeit und herabgesetzten Ausnützung der Speisen zu liegen, wie vielmehr in einer auf psychische Einflüsse zurückzuführenden Beeinträchtigung der Speiseaufnahme, die im Laufe der Zeit zu einer allgemeinen Schwächung des Ernährungs- und Gesundheitszustandes zu führen imstande ist."

E. Becker[1] hat untersucht, von welcher Art die Resorption bei Personen mit schlechten Zähnen, ohne Zähne oder mit Prothese ist. Seine Versuchsperson hatte ein sehr schlechtes Gebiß. Nur je ein Molarenpaar in den linken Kieferhälften sowie ein Inzisiven-, ein Eckzahn- und zwei Prämolarenpaare in den rechten Kieferhälften artikulierten beim Kauen miteinander und waren mithin funktionstüchtig. Es waren zahlreiche kariöse Wurzeln vorhanden, und der ganze Mund machte einen völlig ungepflegten Eindruck. Mit diesem in schlechtem Stand befindlichen Gebiß ließ Becker seine Versuchsperson drei verschiedenerlei Versuchskost je 3 Tage essen. Nach dieser Versuchsserie extrahierte Becker bei seiner Versuchsperson alle Zähne und ließ das Zahnfleisch heilen. Darauf mußte die Versuchsperson ohne Zähne dieselben drei Versuchskosten essen. Hiernach wurde ein künstliches Vollgebiß angefertigt, und nachdem sich die Patientin daran gewöhnt hatte, bekam sie zum drittenmal dieselben drei Versuchskosten zu essen. Die Versuchskosten und die Faeces wurden durch Bestimmung der Trockensubstanz, des Eiweißes, des Ätherextrakts, der Kohlehydrate und der Asche analysiert und deren Kalorienmengen berechnet. Das Verlustprozent bei Anwendung der verschiedenen Gebisse erhellt aus der folgenden Übersicht Beckers:

	Trockensubstanz Proz.	Eiweiß Proz.	Fett Proz.	Kohlehydrate Proz.	Asche Proz.	Kalorien Proz.
			Versuchskost A			
Schlechte Zähne . . .	7·8	13·9	5·2	5·8	25·3	6·7
Ohne Zähne	8·3	18·5	6·3	4·6	29·5	7·1
Vollgebiß	8·2	15·5	6·0	6·1	19·5	8·3
			Versuchskost B			
Schlechte Zähne . . .	6·4	14·5	5·4	3·7	27·1	5·5
Ohne Zähne	5·9	15·1	5·2	3·1	22·3	5·2
Vollgebiß	7·1	17·1	5·5	4·2	27·7	6·1
			Versuchskost C, Ca			
Schlechte Zähne . . .	6·0	9·6	4·7	3·8	27·3	5·1
Ohne Zähne	6·0	10·4	5·0	3·5	25·9	5·2
Vollgebiß	7·5	12·8	5·4	4·9	31·5	6·5

Die Differenz der Ergebnisse ist in diesen Versuchen recht gering und fällt innerhalb der Fehlergrenzen.

Da die oben angeführten Versuchsserien eine ziemlich lange Zeit erforderten, darf man annehmen, daß sich die Tätigkeit der Verdauungs-

[1] Erik Becker, Zur Kenntnis der Bedeutung der Zähne für die Ausnutzung der Nahrungsmittel im Verdauungsapparat bei normaler Sekretion der Magendrüsen. *Dies Archiv.* 1927. Bd. L. S. 283.

organe bei der Versuchsperson Beckers verändert haben könnte, und daß diese Veränderung auch auf die Resultate eingewirkt habe. Deswegen ordnete Becker noch eine neue, 3 – 3 Tage dauernde Versuchsserie an, in der die Versuchskost zuerst ohne Prothese, also ganz ohne Zähne, und dann mit künstlichem Vollgebiß verzehrt wurde. Die Verlustprozente ohne Zähne und bei Vollgebiß sind folgende:

	Trockensubstanz Proz.	Eiweiß Proz.	Fett Proz.	Kohlehydrate Proz.	Asche Proz.	Kalorien Proz.
Ohne Zähne	7·9	16·8	4·3	5·5	25·8	6·5
Vollgebiß	8·3	19·1	4·2	5·7	24·8	6·9

Durch Berechnung des Mittelwertes aus sämtlichen drei verschiedenen Kauarten erhält Becker folgende Übersicht:

	Trockensubstanz Proz.	Eiweiß Proz.	Fett Proz.	Kohlehydrate Proz.	Asche Proz.	Kalorien Proz.
Schlechte Zähne . . .	6·7	12·7	5·1	4·4	26·6	5·8
Ohne Zähne	7·0	15·2	5·2	4·2	25·9	6·0
Vollgebiß	7·8	16·1	5·4	5·2	25·9	6·7

Auch diese Unterschiede sind so klein, daß sie entweder zufällig sein oder ganz innerhalb der Fehlergrenzen fallen können.

Sein Endergebnis faßt Becker folgendermaßen zusammen: „Die obenerwähnten Versuche zeigen also, daß bei normaler Sekretion der Magendrüsen eine Nahrung von der Zusammensetzung, welche bei meinen Versuchen angewandt worden ist, ebenso vollständig resorbiert werden kann, sei es, daß die Kauarbeit mit stark schadhaften Zähnen, mit zahnlosen Kiefern oder mit künstlichem Vollgebiß ausgeführt wird. Die Zusammensetzung der Kost ist indessen so wechselnd gewesen, daß die durch meine Versuche erzielten direkten Ergebnisse auf die Nahrung überhaupt angewandt werden können. Das braucht natürlich durchaus nicht dagegen zu sprechen, daß die Zähne für die Resorption sehr wichtig sein können, und sicher sind sie es auch in den Fällen, wo die notwendige mechanische Zerkleinerung der Nahrung nur durch intensives Kauen mit Hilfe von Zähnen ausgeführt werden kann. Ebenso ist es, wie schon früher erwähnt worden ist, ganz natürlich, daß das Kauen ohne Zähne auf die Dauer zur Entstehung solcher pathologischer Veränderungen der Funktionen des Verdauungsapparates beitragen kann, die ihrerseits nachteilig auf die Resorption der Nahrung einwirken."

Betrachten wir die eigentlichen Kauversuche, so finden wir, daß Schütz in seinem Endurteil verhältnismäßig zurückhaltend ist. Er

sagt, daß ein verschlechtertes Gebiß ein größeres Verlustprozent hervorrufe, aber zugleich hebt er hervor, daß sich der Mensch daran gewöhne, anstatt der Zähne mehr die Zunge, den Gaumen und die Wangen anzuwenden, so daß das Verlustprozent einigermaßen herabgehen könne. Becker dagegen sieht keine Zunahme der Resorption in seinen Versuchen, in denen das schlechte Gebiß oder die Zahnlosigkeit durch eine Prothese ersetzt wurde. Da die Versuchspersonen in den Versuchen von Schütz und seinen Mitarbeitern ihre Versuchskost nach Belieben mit gewöhnlichem oder unbequem gemachtem Gebiß kauen durften, kann man annehmen, daß die Kost doch genügend gekaut und der hinunterzuschluckende Bissen im erforderlichen Maße bearbeitet wurde, ehe das Verschlingen stattfand. In den Versuchen von Schütz, Paulsen und Dimigen ist nämlich die Kauintensität überhaupt nicht in Betracht gezogen, sondern ganz außerhalb der Beobachtung gelassen worden. Ebenso verhält es sich auch in den Versuchen Beckers, wo die Kauintensität ganz davon abhängt, wie die Versuchsperson ihre Versuchskost hinunterschlucken will. Aus diesen Gründen könnte man annehmen, daß in den eben erwähnten Versuchen die Zerkleinerung des Bissens und seine übrige Bearbeitung doch genügend waren, wobei die Resorptionsergebnisse bei den verschiedenen Kauarten nicht nennenswert voneinander abweichen könnten. Schütz, Paulsen, Dimigen und Becker haben also überhaupt nicht die Resorption der mit verschiedener Kauintensität, sondern gewissermaßen der mit verschiedenen Kauinstrumenten bearbeiteten Nahrung studiert. Es ist nämlich ein großer, wesentlicher Unterschied, ob die Versuchskost wirklich gut oder schlecht gekaut wird, oder ob sie mit verschiedenartigen Gebissen ohne Rücksicht auf die Intensität der Kauarbeit und auf die verschiedenartige Zerkleinerung des zu verschlingenden Bissens gekaut wird.

Da dieser wichtige Umstand in den früheren Untersuchungen noch nicht genügend beachtet worden war, habe ich auf die Anregung von Prof. Dr. C. Tigerstedt und mit seiner gütigen Anleitung die Einwirkung des verschieden intensiven Kauens auf die Resorption studiert. In meinen Versuchen ließ ich meine Versuchspersonen möglichst schlecht, auf die für sie normale gewohnte Art und auch möglichst gut kauen. Durch dieses Verfahren ist in meiner Methodik eine bedeutend größere Verschiedenheit in den Kauarten zur Anwendung gekommen als bei früheren Forschern, vielleicht mit Ausnahme von Rosenfeld. Bei ihnen wurde nur der mit verschiedenartigen Gebissen bearbeitete Bissen als solcher hinuntergeschluckt, ich dagegen habe dafür gesorgt, daß der verschlungene Bissen wirklich mit verschiedener Intensität gekaut war. Da ich die Intensität des Kauens und besonders

das Produkt desselben beträchtlich verschlechterte bzw. verbesserte, müßte in den so ausgeführten Resorptionsversuchen der Unterschied der Einwirkung der verschiedenen Kauarten hervortreten, falls ein solcher Unterschied überhaupt zu erzielen ist. Diese Frage, die Einwirkung des schlechten, gewöhnlichen und guten Kauens auf die Resorption unter normalen Digestionsverhältnissen, bildet den Gegenstand meiner Untersuchung.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Carl Tigerstedt für die große Hilfsbereitschaft, mit der er meine Arbeit gefördert und mir das Laboratorium seines Institutes zur Verfügung gestellt hat, sowie für sein stetes Interesse während des Ganges meiner Untersuchungen meinen ergebensten Dank auszusprechen.

II. Anordnung und Ausführung der Versuche.

Die Ausführung der von mir geplanten Kau- und Resorptionsversuche habe ich so aufgefaßt, daß sie mit möglichster Sorgfalt und Gründlichkeit vorgenommen werden mußte. Daher mußten die Versuchspersonen sich allen für das Gelingen der Versuche nötigen Anforderungen unterwerfen und auch selbst dafür sorgen, daß die Versuche mit sachgemäßer Präzision angestellt wurden. Um einer zweckentsprechenden Ausführung der Versuche sicher zu sein, richtete ich auf die Zuverlässigkeit und Willigkeit der auszuwählenden Versuchspersonen ein besonderes Augenmerk. Da der Intensitätsgrad des Kauens in den Versuchen von besonderer Wichtigkeit war, mußten die Versuchspersonen in jeder Hinsicht ihrer Aufgabe gewachsen sein. Im Hinblick auf diese Umstände fiel meine Wahl zunächst natürlicherweise auf mich selbst und ferner auf zwei von mir aufgeforderte Versuchspersonen, von denen die eine ein Arzt, derzeit Assistent an der Abteilung für innere Krankheiten, und die andere meine Schwester, eine 17jährige Schülerin, war. Die beiden Versuchspersonen wohnten und aßen zusammen während der Dauer der Versuche bei mir, so daß ich sie vollständig kontrollieren konnte. Sie führten denn auch ihre Aufgabe mit lobenswerter Sorgfalt aus, was vor allem darauf beruht, daß sie sich der Sache mit Hingebung gewidmet hatten.

Daß der allgemeine Gesundheitszustand und die Beschaffenheit des Gebisses für die Durchführung meiner Arbeit wirklich geeignet waren, geht aus den folgenden Angaben hervor.

Versuchsperson Nr. 1 ist ein 31jähriger Mann. Körperbau kräftig, ziemlich wohlgenährt. Länge 176 cm. Gewicht 88·6 kg. Allgemeiner Gesundheitszustand gut. Keine krankhaften Veränderungen. Gebiß gut

entwickelt. Die Weisheitszähne noch nicht durchgebrochen. 5 r, —5 und — 7 extrahiert. Letzte Extraktion im Jahre 1924. Die übrigen Zähne gesund. Zahnfleisch und Rachen gesund. Appetit gut und Verdauung regelmäßig. Appendix weggenommen. Probefrühstücke fanden statt:

19. IX. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 20 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 17 und TA 42. — Gewicht 88·6 kg.

15. XII. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 25 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 12 und TA 34. — Gewicht 89·4 kg.

10. IV. 1927. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 20 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 15 und TA 45. — Gewicht 88·1 kg.

Faeces und Harn normal.

Versuchsperson Nr. 2 ist eine 34jährige Frau. Körperbau gewöhnlich. Ernährungszustand gut. Länge 158 cm. Gewicht 64·8 kg. Allgemeiner Gesundheitszustand gut. Im Organismus sind keine krankhaften Veränderungen zu konstatieren. Das Gebiß ist regelmäßig entwickelt. Die Weisheitszähne sind noch nicht durchgebrochen. 6— und 5+ sind in den Jahren 1916 und 1919 extrahiert worden. 5+ ist durch eine Brückenarbeit ersetzt. Goldkronen haben die Zähne 6+, 5 und +5 und eine Facettenkrone +4. Kleine Plomben finden sich in —6, —7 5—, +6, +7, 6+ und 7+. Die übrigen Zähne sind gesund. Die Versuchsperson kaut beim Essen hauptsächlich auf der linken Seite, wo alle Zähne vollständig artikulieren. Rechts hat der Zahn 6 des Oberkiefers keinen Antagonisten. Das Zahnfleisch ist gesund, ebenso der Rachen. Appetit gut. Verdauung sehr regelmäßig. Appendix weggenommen. Während der Versuche fanden folgende Probefrühstücke statt:

19. IX. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Danach wird etwa 60 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 25 und TA 42. — Gewicht 64·0 kg.

15. XII. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 40 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 26 und TA 46. — Gewicht 63·9 kg.

10. IV. 1927. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 25 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 20 und TA 48. — Gewicht 64·5 kg.

Faeces und Harn normal.

Versuchsperson Nr. 3 ist ein 17jähriges Mädchen. Körperbau gewöhnlich. Ernährungszustand gut. Länge 157 cm. Gewicht 53·2 kg. Allgemeiner Gesundheitszustand gut. Im Organismus der Versuchsperson sind keine krankhaften Veränderungen zu konstatieren. Das Gebiß ist normal entwickelt. Die Weisheitszähne sind noch nicht durch-

gebrochen. Sämtliche Zähne sind erhalten. Sehr kleine Plomben an allen Sechsern sowie an 5—, 4—, —5 und 1+. Die Okklusion ist normal. Zahnfleisch und Rachen gesund. Appetit ausgezeichnet. Verdauung träge, 2 bis 3 Defäkationen in der Woche. Die Resultate der Probefrühstücke sind folgende:

19. IX. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 25 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 27 und TA 51. — Gewicht 53·2 kg.

15. XII. 1926. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 30 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 20 und TA 48. — Gewicht 53·7 kg.

10. IV. 1927. Ausheberung vor dem Probefrühstück negativ. Nach dem Probefrühstück wird etwa 30 ccm gut verdauter Mageninhalt ausgehebert, worin freie HCl 28 und TA 56. — Gewicht 53·9 kg.

Faeces braun, von fester Konsistenz, kugelförmig. Wagner — Weber —. Keine Parasiteneier. Harn normal.

Die Probefrühstücke wurden von Dr. med. et chir. Toivo Seppä ausgeführt.

Bei der Wahl der Versuchskost achtete ich darauf, daß darin die gewöhnlichsten bei uns verwendeten Nahrungsmittel vertreten waren, aber doch so, daß ein Nahrungsbestandteil immer reichlicher repräsentiert war und dadurch jeder Serie einen bestimmten Charakter verlieh. Die von mir angewandten Hauptnahrungsmittel waren Kartoffeln, Roggenzwiebäcke, Weizenzwiebäcke, Rindfleisch, Bohnen und Speck. Als Zusatz zu diesen Hauptnahrungsmitteln benutzte ich noch Butter, Käse, Anschovis, Äpfel, Zucker, Sahne, Kaffee und Tee. Eine Serie für sich bilden die Bananen, zu denen Weizen- und Roggenzwiebäcke sowie Butter und Zucker gegeben wurden. Die nötige Flüssigkeitsmenge lieferte Tee oder in gewissen Serien dazu noch Kaffee.

Die Versuchskost bildet sieben verschiedene Serien, die ich nach jedem Hauptnahrungsmittel als Kartoffel-, Roggenzwieback-, Weizenzwieback-, Rindfleisch-, Bohnen-, Speck- und Bananenserie bezeichne. Die vier ersten Serien wurden mit dreierlei verschiedenem Kauen gegessen, und zwar mit schlechtem, gewöhnlichem und gutem; die drei letzten nur mit zweien, mit schlechtem und mit gutem.

Vor dem Beginn der Versuchsserie wurde die Kost zu gleicher Zeit angeschafft, in gleich große Tagesportionen geteilt und in der Weise aufbewahrt, daß nichts davon verlorengehen oder verderben konnte.

Die Nahrungsmittel der Serien und ihre Herstellungs- und Aufbewahrungsweisen gebe ich kurz im folgenden an:

Kartoffelserie.

Tagesportion.

800 g	Kartoffeln
100 g	Butter
25 g	Käse
20 g	Anschovis
60 g	Zucker
150 g	Äpfel
1000 ccm	Tee

Die Kartoffeln waren ausgewählt und ziemlich gleich groß. Für jede Mahlzeit wurden sie ungeschält 30 Minuten lang in Dampf in einem Gefäß mit doppelten Wänden gekocht. Nach diesem Verfahren werden sie immer gleichmäßig gar und weich. Sie wurden unmittelbar vor dem Essen geschält und auf einer empfindlichen Wage mit 1 dg Genauigkeit gewogen. Die Butter war Molkereibutter. Als Käse wurde Emmentaler (Marke Radio) verwendet. Die Anschovis waren entgrätet. Die Äpfel wurden geschält und das Samengehäuse vor dem Wägen entfernt. Als Getränk wurde 1 Liter schwacher Tee gebraucht.

Roggenzwiebackserie.

Tagesportion.

300 g	Roggenzwiebäcke
100 g	Butter
50 g	Wurst, „geräucherte Mettwurst“
50 g	Käse
60 g	Sahne
60 g	Zucker
150 g	Äpfel
750 ccm	schwacher Tee und
250 ccm	Kaffee

Die in dieser Versuchsserie verwendeten Roggenzwiebäcke waren dünn, 2 bis 4 mm dick, durchgeschnitten und etwas sauer (Fabrikat der Bäckerei Helsingin Höyryleipomo). Butter, Käse, Zucker, Äpfel und Tee waren von derselben Beschaffenheit wie in der vorhergehenden Serie. Die Wurst war gesalzene dänische Mettwurst. Die zu trinkende Teemenge war 750 ccm, weil in der Versuchsserie 250 ccm Kaffee mit Zusatz von 60 g gewöhnlicher Sahne gegeben wurde. Die Sahne wurde für die ganze Serie auf einmal angeschafft und in Tagesportionen geteilt, die im Rexapparat pasteurisiert und im Eisschrank aufbewahrt wurden.

Weizenzwiebackserie.

Tagesportion.

350 g	Weizenzwiebäcke
100 g	Butter
60 g	Sahne
60 g	Zucker
750 ccm	schwacher Tee
250 ccm	Kaffee

Die Weizenzwiebäcke waren 8 bis 10 mm dicke sog. Scheibenzwiebäcke von Elanto. Von der Butter, der Sahne, dem Zucker, dem Tee und dem Kaffee gilt dasselbe wie in der vorhergehenden Serie.

Rindfleischserie.

Tagesportion.

200 g	Rindfleisch
95 g	Tunke
500 g	Kartoffeln
100 g	Butter
10 g	Anschovis
60 g	Zucker
1000 ccm	schwacher Tee

Das in der Versuchsserie verwendete Rindfleisch war ein zusammenhängendes, knochenfreies Kealenstück von einer alten Kuh, das in der Städtischen Zentralküche zu Helsinki (Helsingin Kaupungin Keskuskeittola) zubereitet wurde. Nach dem Braten wurden aus dem Fleisch Fett, Häute und Sehnen herausgelöst und dasselbe in 2 cm dicke Scheiben geschnitten, die in Tagesportionen von 200 g geteilt und mit der Tunke gerext wurden. Von der Tunke kamen auf jeden Tag 95 g. Das Fleisch war seiner Beschaffenheit nach zäh. Die Art und Zubereitung der Kartoffeln war dieselbe wie in der ersten Serie.

Bohnenserie.

Tagesportion.

200 g	braune ungeschälte Bohnen
100 g	Roggenzwiebäcke
50 g	Weizenzwiebäcke
100 g	Butter
50 g	Käse
60 g	Zucker
1000 ccm	schwacher Tee

In dieser Versuchsserie wurden trockene, braune, ungeschälte Bohnen verwendet. Diese wurden folgendermaßen zubereitet: Die

beiden Portionen zu je 100 g, die in einen Beutel aus Verbandgaze getan waren, wurden 1 Stunde 45 Minuten in 2 Liter Wasser mit Zusatz von 10 g Salz gekocht. Durch dieses Kochen wurden die Bohnen noch nicht breiförmig weich, sondern blieben verhältnismäßig hart und eigneten sich infolgedessen zu einem Versuch, in dem die Wirkung des Kauens studiert werden sollte. Wären die Bohnen zu gar gekocht worden, was nicht meine Absicht war, so wären sie zu Muß zerfallen, der überhaupt nicht gekaut zu werden brauchte. Die übrigen Bestandteile der Kost waren die gleichen wie in den früheren Serien.

Speckserie.

Tagesportion.

100 g	Speck
400 g	Kartoffeln
100 g	Weizenzwiebäcke
100 g	Roggenzwiebäcke
60 g	Zucker
5 g	angemachter Senf
1000 ccm	schwacher Tee

Der in der Versuchsserie gebrauchte Schweinespeck war kalt geräucherter, gesalzener Bauchspeck, der nur dünne Fleischschichten enthielt. Dieser Speck war außerordentlich zäh und schwer zu kauen. Die ganze Speckmenge wurde mit der Maschine in $^1/_2$ cm dicke Scheiben geschnitten. Die Stücke wurden möglichst gleichmäßig in verschiedene Tagesportionen geteilt, um den Versuchsfehler tunlichst zu reduzieren. Die Beschaffenheit der Kartoffeln und Zwiebäcke war dieselbe wie in den früheren Serien.

Bananenserie.

Tagesportion.

600 g	geschälte Jamaikabananen
100 g	Weizenzwiebäcke
100 g	Roggenzwiebäcke
100 g	Butter
60 g	Zucker
1000 ccm	schwacher Tee

Die Bananen wurden direkt von der Bananenimportfirma Banan-Import bezogen. Dieses Geschäft lieferte zuvorkommenderweise Bananen, die durch seine Fürsorge für beide Versuchsserien möglichst gleich reif gemacht wurden. Dabei wurde darauf geachtet, daß die Bananen beim Reifen nicht zu weich wurden, sondern im besten Reifestadium verzehrt werden konnten. Für beide Versuchsserien wurden

verschiedene Bananen genommen, denn in den Tagen zwischen den Versuchen hätte sich das Reifestadium der Früchte natürlich verändern können. Die Bezugsfirma der Bananen versuchte die Sache so zu ordnen, daß die Qualität und das Reifestadium der Bananen in beiden Versuchsserien möglichst die gleichen waren. Dies ist jedoch nicht ganz gelungen, wie mir erst später bei der Berechnung der Analysenresultate klar geworden ist. Die Zusammensetzungen der beiden Versuchskosten der Bananenserie kommen einander mithin nicht sehr nahe. Wegen dieser Beobachtung verweise ich auf die Darlegung der Resultate der Bananenserie. Von der Beschaffenheit der übrigen in dieser Serie verwendeten Nahrungsstoffe war schon oben die Rede.

Aus jeder Serie wurde sofort eine Tagesportion zur Analyse entnommen. Die Tagesportion der zu analysierenden Kost, außer der Butter, wurde möglichst gut zerkleinert, durcheinandergemischt und zum Eintrocknen auf das Wasserbad gestellt. Nachdem die Versuchskost möglichst gut getrocknet war, wurde sie gewogen. Darauf wurde sie pulverisiert und für die später erfolgende Fortsetzung der Analyse in mit Glasstöpseln versehenen Flaschen aufbewahrt.

Die Trockensubstanz der Kost wurde so bestimmt, daß von dem Pulver 0·3 bis 0·5 g genommen und diese Menge im Trockenschrank so lange erhitzt wurde, bis ihr Gewicht konstant blieb.

Die Ätherextraktivstoffe wurden nach Soxhlets Äthermethode durch Extraktion der zu analysierenden Substanz während 24 Stunden bestimmt.

Der Stickstoff wurde nach der Kjeldahlschen Methode ermittelt und durch Multiplikation des N mit 6·25 die Menge der Eiweißstoffe erhalten.

Für die Bestimmung der Aschenmenge wurde etwa 0·5 g Analysenpulver in einer Quarzschale zu Asche verbrannt und der Rest gewogen.

Die Feststellung der Kohlehydratmenge erfolgte so, daß von der Trockensubstanzmenge die Summe der Ätherextraktiv- und der Eiweißstoffe sowie der Asche subtrahiert wurde.

Da zu jeder Tagesportion, außer in der Speckserie, 100 g Butter gehörte, hätte diese große Fettmenge die Trocknung der zu analysierenden Kostmenge verhindert. Aus diesem Grunde wurde die Butter in jeder Serie getrennt nach der Methode von Röse-Gottlieb analysiert.

Die Kalorienmenge der Kost wurde durch Multiplikation der Gewichtsmengen des Eiweißes, des Fettes und der Kohlehydrate mit den Rubnerschen Zahlen 4·1, 9·3 und 4·1 gefunden.

Die Analysen wurden im Laboratorium des Physiologischen Instituts der Universität nach den Verfahren und mit der Exaktheit aus-

geführt, wie es dort bei solchen Versuchen üblich ist, und zwar wurden sämtliche Analysen als Doppelanalysen gemacht, außer den Faecesanalysen der Speckserie, die zu drei Paaren ausgeführt worden sind, aus denen der Mittelwert genommen wurde. Dies letztere beruht darauf, daß die zu untersuchenden Faeces nicht hinreichend homogen waren. Die meisten Analysen habe ich selbst gemacht. Die übrigen wurden von der Assistentin des Physiologischen Instituts, Frau mag. phil. Kerttu Sihvonen, und von der Assistentin des Med.-Chem. Instituts, Frau mag. phil. Ellen Levon, ausgeführt. Zu einer solchen, teilweise von anderen besorgten Ausführung der Analysen griff ich, um zu konstatieren, daß die Exaktheit meiner eigenen Analysenwerte auf gleichem Niveau stand wie bei den Analysen der beiden Chemikerinnen von Fach. Zu meiner großen Befriedigung war denn auch die erhoffte Übereinstimmung zwischen meinen Resultaten und denen meiner Mitarbeiterinnen vorhanden.

Meinen beiden Mitarbeiterinnen spreche ich für ihre gewissenhafte Beihilfe meinen besten Dank aus, und besonders Frau mag. phil. Kerttu Sihvonen bin ich für die von ihr erhaltene Anleitung warmen Dank schuldig.

Wie ich schon oben erwähnte, bezweckt meine Arbeit, die Wirkung des mit verschiedener Intensität ausgeführten Kauens auf die Resorption zu untersuchen. Die Intensität des Kauens hängt nicht ausschließlich von der Zahl der Kaubewegungen und der Dauer des Kauens ab, sondern auch von der Kraft, mit der gekaut wird. Da diese Kraft unmöglich während der ganzen Versuchsdauer konstant erhalten werden kann, ist es in meinen Versuchen auch nicht von Bedeutung, wie lange und wievielmal gekaut wurde. Darum habe ich diesen Umständen auch keine Beachtung geschenkt, sondern nur das Endergebnis der durch das Kauen geleisteten Arbeit berücksichtigt, den hinunterzuschluckenden Bissen. Dieser Bissen war in meinen Versuchen entweder möglichst wenig gekaut oder auf gewöhnliche, d. h. auf die jeder Versuchsperson eigentümliche Weise gekaut oder möglichst vollständig gekaut. Die erste Art des Kauens war derart, daß die Versuchspersonen ihren Bissen nur mit Mühe, mit einem gewissen Schmerz oder sogar widerwillig hinunterschlucken konnten. Beim gewöhnlichen Kauen schluckten die Versuchspersonen ihren Bissen so, wie sie es gewöhnlich taten. Der Zweck dieses Kauens war auch nur, zu zeigen, was für eine Resorption die Versuchspersonen normalerweise hatten. Das dritte oder möglichst gute Kauen war so vollständig, daß der zu kauende Bissen dabei dermaßen zerkleinert und verflüssigt wurde, daß sein Hinunterschlucken auf keine Weise verhalten werden konnte.

Aus dem Status praesens der Versuchspersonen geht hervor, daß nur eine, von den nicht durchgebrochenen Weisheitszähnen abgesehen, ein vollständiges Gebiß hatte. Den beiden anderen fehlten die schon früher erwähnten Zähne. Dieser Mangel war bei beiden Versuchspersonen praktisch von so geringer Bedeutung, daß er nicht als ein Hindernis für die gründliche Zerkleinerung der Speise betrachtet werden kann, wenn man bedenkt, daß die Kauzeit bei der dritten Art des Kauens in keiner Weise beschränkt war. Es wurde dabei ja nur kontrolliert, daß die Speise möglichst gut und äußerst gründlich zerkleinert wurde. Außerdem haben Paulsen und Claussen durch ihre Versuche gezeigt, daß man seine Kost bei Anwendung der nötigen Zeit sogar mit mangelhaften Zähnen gut zerkleinern kann.

Daß meine Versuchspersonen bei gewöhnlichem Kauen wirklich imstande waren, ihre Kost genügend zu kauen, möchte ich in diesem Zusammenhang erwähnen gegenüber den Mindestforderungen, die einige Forscher für eine genügende Zerkleinerung der Kost hinsichtlich der Beschaffenheit und Zahl der Zähne stellen. So müssen nach den Untersuchungen von Feiler[1] wenigstens 3 Molarenpaare — 1 Prämolar oder 2 Molarenpaare + 3 Prämolarenpaare vorhanden sein. Diese entsprechen seinen Berechnungen zufolge $3^1/_2$ Kaueinheiten = 43·75 Proz. Rohrer[1] hat seine Berechnungen nach demselben System angestellt mit dem Unterschied nur, daß er dabei nicht die Weisheitszähne berücksichtigt. Nach ihm würden 3 Molarenpaare = 3 Kaueinheiten = 50 Proz. genügen. Die beiden Forscher ziehen bei ihren Berechnungen auch die Schneide- und Eckzähne nicht in Betracht.

Sehen wir uns im Licht des Obigen den Kauwert der Zähne der Versuchsperson Nr. 1 an, so repräsentieren sie nach Feiler und Rohrer 4 Kaueinheiten oder nach Feiler 50 Proz. und nach Rohrer 66·6 Proz.

Der Kauwert der Zähne der Versuchsperson Nr. 2 entspricht $4^1/_2$ Kaueinheiten, was nach Feiler 56·25 Proz. und nach Rohrer = 75 Proz. beträgt. Da bei der Versuchsperson Nr. 2 5— eine hängende Krone und $\frac{1}{1}4$ eine Facettenkrone hatte, habe ich, damit meine Werte nicht etwa zu groß werden, bei meinen Berechnungen als Wert der erwähnten Zähne 0 gesetzt.

Berechnen wir den Kauwert der Zähne der Versuchsperson Nr. 1 nach Schütz[2], so finden wir dafür 66·4 Proz. und bei Versuchsperson Nr. 2 68·8 Proz.

[1] Zit. nach Rohrer, Die Störungen des physiologischen Kauaktes und ihre Bewertung. *L. Rundschau.* 1919. Nr. 23, 24. — Rohrer, Das System des menschlichen Gebisses im Dienst des Verdauungstraktus. *Z. R.* 1919. Nr. 50, 51.

[2] F. Schütz, Gebiß und Verdauung. *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* 1929. Bd. XCV. S. 301.

Aus dem Obigen geht deutlich hervor, daß der Kauwert der Zähne der Versuchspersonen Nr. 1 und 2 völlig genügend ist. Das Gebiß der Versuchsperson Nr. 3 ist, von den nicht durchgebrochenen Weisheitszähnen abgesehen, vollständig. Ich betrachte also sämtliche Versuchspersonen als für meine Versuche geeignet.

Die Zahl der Versuchspersonen beschränke ich darum auf drei, weil bei Resorptionsversuchen im allgemeinen verhältnismäßig wenig Versuchspersonen angewandt werden. Dies beruht darauf, daß die Resorptionsprozente der gesunden Versuchspersonen relativ wenig variieren, wie z. B. aus den von C. Tigerstedt[1] ausgeführten Flechtenversuchen gut hervorgeht. Die Herbeiziehung zahlreicherer Versuchspersonen würde natürlicherweise noch überzeugendere Resultate liefern, aber wenn diese zahlreicheren Personen ihrer Aufgabe nicht gewachsen wären und wenn ihnen die Hingabe und Sorgfalt mangelte, die bei den von mir angewandten Versuchspersonen vorhanden waren, so würde sich die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse dadurch in keiner Weise erhöhen.

Am Tage vor jeder Versuchsserie wurde die letzte Mahlzeit um 16 Uhr verzehrt. Sie bestand vorzugsweise in Milchspeisen, um möglichst helle Faeces zu erhalten. Hiernach wurde an dem betreffenden Tag nichts weiter verzehrt. Um 12 Uhr des folgenden Tages wurde mit der ersten Mahlzeit, 25 g getrockneten Heidelbeeren, begonnen, und $^1/_2$ Stunde später wurde die eigentliche Mahlzeit eingenommen. Die folgenden Mahlzeiten wurden um 16 und 20 Uhr gegessen. Am zweiten und dritten Tag kam um 8 Uhr auch noch ein Frühstück hinzu. Da die Versuchskost an allen drei Versuchstagen gleich groß war, enthielt das um 12^{30} Uhr gegessene Mittagessen zugleich das fehlende Frühstück des ersten Tages. Sämtliche Versuchsportionen wurden möglichst vollständig verzehrt. Wenn auf dem Boden der Gefäße etwas übrigblieb, wurde es mit dem Messer abgeschabt oder mit Tee abgespült. Ein Verlust der auf die Versuche einwirkenden Kostmenge konnte nicht stattfinden. Abgesehen von der gleichen Größe der Versuchskost an jedem Tage gab ich auch besonders darauf acht, daß die für die verschiedenen Mahlzeiten jeder Serie bestimmten Teile an allen Versuchstagen und bei allen Arten des Kauens gleich groß waren.

Die erforderliche Flüssigkeit wurde, wie bereits bemerkt, durch schwachen Tee oder in gewissen Serien auch durch Tee und Kaffee ersetzt. Die verwendete Flüssigkeitsmenge war in sämtlichen Versuchsserien 1000 ccm pro Person und Versuchstag. Der als Getränk gebrauchte Tee oder Kaffee wurde erst nach der Mahlzeit eingenommen.

[1] C. Tigerstedt, *Lavar såsom människoföda.* Helsingfors 1918.

Die letzte Mahlzeit der Versuchsserie wurde um 20 Uhr verzehrt. Die erste Mahlzeit des folgenden Tages wurde erst um 12 Uhr mittags eingenommen und mit getrockneten Heidelbeeren begonnen.

In meinen Versuchen wandte ich getrocknete Heidelbeeren an, um die Grenze zwischen der Versuchskost und der freien Nahrung anzudeuten. Die zu Anfang jedes Kauversuchs gegessenen 25 g getrockneten Heidelbeeren gehören zu der eigentlichen Versuchskost. Es dürfte genügen, dies hier zu erwähnen, und ich werde später bei der Besprechung der Kostmenge der Versuchsserien die Angabe über diese Heidelbeerquantität nicht wiederholen. Die Heidelbeeren eignen sich sehr gut zur Abgrenzung der Faeces. Nicht nur ihre Farbe, sondern auch ihre Kerne stellten einen guten Indikator dar, um zu zeigen, wohin der zu untersuchende Faecesteil gehörte. Die Grenzen waren im allgemeinen sehr deutlich. Besonders bei den Versuchspersonen Nr. 1 und 2 traten sie scharf hervor. Dies beruhte darauf, daß diese Versuchspersonen jeden Tag eine Defäkation hatten, und daß die Faeces bei ihnen in allen Versuchsserien salbenartig und wurstförmig waren. Bei Versuchsperson Nr. 3 war die Aufsuchung der Grenze wegen der festen Konsistenz der durch die träge Magenverdauung verursachten Faeces etwas unbequemer, doch bereitete sie keine größeren Schwierigkeiten oder Ungenauigkeiten.

Die Defäkation fand im allgemeinen statt, wenn sie durch das natürliche Bedürfnis hervorgerufen wurde. Eine Zurückhaltung wurde nicht ausgeübt, so daß absichtliche Aufschiebung der Defäkation in keiner Weise auf die Resorptionsergebnisse einwirken konnte. Die Faeces wurden zuerst in einem breiten Emaillegefäß gesammelt, in dem die genaue Trennung der von der Versuchskost herrührenden Faeces möglichst früh mit Hilfe von Spateln vorgenommen wurde. Zugleich wurde geprüft, ob die Faeces makroskopische Speisereste enthielten. Solche wurden nur in der Bohnen- und der Speckserie konstatiert, worüber im Zusammenhang mit diesen Serien näher gesprochen wird.

Die zu analysierenden Faeces wurden sofort in geschlossene Rexgläser gesammelt und täglich für die spätere Analyse nach dem Arbeitsplatz geschafft.

Die Faeces wurden im allgemeinen nach denselben Prinzipien analysiert wie die Kost, wovon ich schon früher gesprochen habe. Um eine Verflüchtigung des als Ammoniak auftretenden Stickstoffs auf dem Wasserbad zu verhindern, setzte ich den zu trocknenden Faeces etwas verdünnte Schwefelsäure zu.

III. Versuchsergebnisse.

1. Kartoffelserie.

Die Hauptnahrung bildeten in dieser Serie Kartoffeln. Davon wurden im Tage 800 g verzehrt. Die übrige Kost bestand in 100 g Butter, 25 g Käse, 20 g Anschovis, 60 g Zucker und 150 g Äpfel, sowie in 1000 ccm schwachem Tee als Getränk. Die Nährstoffzusammensetzung der dreitägigen Serie in Prozenten und Gramm sowie die Kalorienmenge waren folgende:

Stickstoff . .	1·097	Proz.	10·59 g
Eiweiß . . .	6·8	„	66·0 g
Fett	26·9	„	259·5 g
Kohlehydrate .	61·6	„	594·9 g
Asche . . .	4·7	„	44·3 g
Kalorien . .	5123		

Die Kalorienmenge 5123 der in dieser Versuchsserie verzehrten Nahrung mag durch ihren niedrigen Betrag auffallen, da nur 1707·7 Kalorien auf den Tag kommen. Die niedrige Kalorienmenge erklärt sich daraus, daß die tägliche Quantität des Hauptnahrungsmittels, der Kartoffeln, 800 g, so groß war, daß die Versuchspersonen, besonders Nr. 3, nicht mehr davon zu essen vermochten. Dies wurde einige Tage vorher konstatiert, wo der Versuch mit 1200 g Kartoffeln gleich im Anfang abgebrochen und einige Tage später eine neue Versuchsserie mit herabgesetzter Kartoffelmenge eingeleitet werden mußte.

Tabelle 1.

Kartoffelserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	46·4	2·87	17·9	10·7	10·9	6·9	218
	Resorption, g . .	918·3	7·72	48·1	248·8	584·0	37·4	4905
	„ Proz.	95·2	72·9	72·9	95·9	98·2	84·4	95·7
2	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	49·0	2·44	15·3	8·9	16·6	8·2	214
	Resorption, g . .	915·7	8·15	50·7	250·6	578·3	36·1	4909
	„ Proz.	94·9	76·9	76·9	96·6	97·2	81·7	95·8
3	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	27·7	1·22	7·6	5·1	11·0	4·0	124
	Resorption, g . .	937·0	9·37	58·4	254·4	583·9	40·3	4999
	„ Proz.	97·1	88·5	88·5	98·0	98·1	91·0	97·6

Am 21. bis 23. IX. 1926 wurde die Versuchskost mit schlechtem Kauen verzehrt. Die Resorptionsergebnisse gehen aus Tabelle 1 hervor.

Der zweite Teil der Kartoffelserie, gewöhnliches Kauen, wurde am 27. bis 29. IX. 1926 ausgeführt, und seine Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.
Kartoffelserie. Gewöhnliches Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	45·6	2·04	12·8	7·3	19·4	6·1	200
	Resorption, g	919·1	8·55	53·2	252·2	575·5	38·2	4923
	„ Proz.	95·3	80·6	80·6	97·9	96·7	86·2	96·1
2	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	46·7	1·75	11·0	8·2	19·3	8·2	200
	Resorption, g	918·0	8·84	55·0	251·3	575·6	36·1	4923
	„ Proz.	95·1	83·3	83·3	96·8	96·7	81·5	96·1
3	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	56·3	2·69	16·8	9·4	23·0	7·1	251
	Resorption, g	908·4	7·90	49·2	250·1	571·9	37·2	4872
	„ Proz.	94·2	74·5	74·5	96·4	96·1	84·0	95.1

Tabelle 3.
Kartoffelserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	41·1	2·40	15·0	6·9	13·0	6·2	179
	Resorption, g	923·6	8·19	51·0	252·6	581·9	38·1	4944
	„ Proz.	95·7	77·3	77·3	97·3	97·8	86·0	96·5
2	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	48·6	2·15	13·4	8·4	18·2	8·6	208
	Resorption, g	916·1	8·44	52·6	251·1	576·7	35·7	4915
	„ Proz.	95·0	79·7	79·7	96·8	96·9	80·6	95·9
3	Kost	964·7	10·59	66·0	259·5	594·9	44·3	5123
	Faeces	34·6	1·88	11·8	5·5	13·0	4·3	153
	Resorption, g	930·1	8·71	54·2	254·0	581·9	40·0	4970
	„ Proz.	96·4	82·1	82·1	97·9	97·8	90·3	97·0

Das gute Kauen in der Kartoffelserie fand am 11. bis 13. X. 1926 statt. Die Resultate gehen aus Tabelle 3 hervor.

Aus den Tabellen 1, 2 und 3 ist das Verlustprozent berechnet, und die dadurch erhaltenen Resultate sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4.

Verlustprozent in der Kartoffelserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz			Eiweißstoffe			Ätherextraktivstoffe		
Versuchsperson . . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	4·8	5·1	2·9	27·1	23·1	11·5	4·1	3·4	2·0
Gewöhnliches „	4·7	4·9	5·8	19·4	16·7	25·5	2·1	3·2	3·6
Gutes „	4·3	5·0	3·6	22·7	20·3	17·9	2·7	3·2	2·1

(Fortsetzung.)

	Kohlehydrate			Asche			Kalorien		
Versuchsperson . . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	1·8	2·8	1·9	15·6	18·3	9·0	4·3	4·2	2·4
Gewöhnliches „	3·3	3·3	3·9	13·8	18·5	16·0	3·9	3·9	4·9
Gutes „	2·2	3·1	2·2	14·0	19·4	9·7	3·5	4·1	3·0

In dieser Tabelle sind die Ergebnisse jeder Versuchsperson bei verschiedenartigem Kauen untereinander gestellt, so daß die gefundenen Werte leicht miteinander verglichen werden können. Die Werte sind im allgemeinen sehr klein und meines Erachtens auch recht gleichmäßig.

Da in dieser Versuchsserie Kartoffeln das Hauptnahrungsmittel bildeten und die Butter vor allem die Kalorien vermehrte, wendet sich die Aufmerksamkeit bei der Musterung der Werte natürlich hauptsächlich den Kohlehydraten und Fetten zu. Die Kost enthielt ja an Kohlehydraten 61·6 Proz. und an Ätherextraktivstoffen 26·9 Proz. Eiweiß war nur 6·8 Proz. vorhanden, und der Rest von 4·7 Proz. war Asche. Diese Kost darf also mit gutem Recht als die Kartoffelnahrung gelten, denn die übrigen Kohlehydrate stellen in der Kost nur einen kleinen Minderbetrag dar.

Betrachten wir die Resorption der Trockensubstanz, so finden wir sie recht hoch. Bei Versuchsperson Nr. 1 war das Resorptionsprozent der Trockensubstanz bei verschiedenartigem Kauen 95·2, 95·3 und 95·7. Bei Versuchsperson Nr. 2 waren die entsprechenden Prozentzahlen 94·9, 95·1 und 95·0 und bei Versuchsperson Nr. 3 97·1, 94·2

und 96·4. Ähnlich wie die Resorptionsergebnisse der Trockensubstanz verhalten sich auch die resorbierten Kalorienmengen der Nahrungsstoffe, und zwar waren sie bei Versuchsperson Nr. 1 95·7, 96·1 und 96·5, bei Versuchsperson Nr. 2 95·8, 96·1 und 95·9 und bei Versuchsperson Nr. 3 97·6, 95·1 und 97·0 Proz.

Vergleicht man diese Werte mit den in der Literatur angeführten Resorptionsergebnissen, so findet man, daß meine Zahlen bei allen Versuchspersonen recht hoch sind. Nach Rubner z. B. ist die Ausnutzung der ganzen potentiellen Energie gemischter Kost 86·1 bis 95·2 Proz. und nach Atwater 88·3 bis 97·4 Proz.[1]

Sundström[2] hat die Ernährungsverhältnisse unserer Landbevölkerung studiert, und seine Ergebnisse mit gemischter Kost zeigen, daß von der Trockensubstanz 87·8 bis 94·8 oder im Mittel 91·9 Proz. resorbiert werden. Von der potentiellen Energie der Nahrung werden nach Sundström 87·6 bis 94·8 oder im Mittel 91·6 Proz. ausgenutzt.

Die hier und auch weiterhin von mir angeführten Vergleichszahlen für die Resorption der Nahrung bei meinen Versuchspersonen und den in der umfangreichen Literatur erwähnten Fällen können nicht völlig parallelisiert werden, da ja die Beschaffenheit und Menge der Kost in denselben nicht ganz die gleiche ist. Ich habe diese Vergleiche nur angestellt, um in großen Zügen zeigen zu können, daß die Resorption bei meinen Versuchspersonen ungefähr auf dieselbe Weise wie in den entsprechenden aus der Literatur entnommenen Fällen stattfand.

Die Resorptionsprozente der Kohlehydrate sind höher als die vorerwähnten Zahlen. Bei Versuchsperson Nr. 1 sind sie 98·2, 96·7 und 97·8 Proz., bei Versuchsperson Nr. 2 97·2, 96·7 und 96·9 Proz. und bei Versuchsperson Nr. 3 98·1, 96·1 und 97·8 Proz. Da die in dem Versuch gebrauchte Kost außer 800 g Kartoffeln und 150 g Äpfeln auch 60 g Zucker umfaßte, wird das Resorptionsprozent natürlich durch den leicht resorbierbaren Zucker erhöht. Rubner[3] hat das Kohlehydratresorptionsprozent der Kartoffeln zu 92·4 gefunden. Meine Zahl geht über dieses Prozent hinaus. Da in meinen Versuchen, um die Kost vielseitiger zu machen, im allgemeinen mehrere Gerichte verzehrt wurden, lassen sich meine Werte naturgemäß nicht direkt mit der Rubnerschen Zahl vergleichen, wie ich schon oben bemerkt habe. Indessen haben sie doch gewisse Vergleichspunkte gemeinsam, obwohl der letztgenannte

[1] R. Tigerstedt, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.* Leipzig 1923. S. 173.

[2] S. Sundström, Untersuchungen über die Ernährung der Landbevölkerung in Finnland. *Akad. Abhandlung.* Helsingfors 1908. S. 123 u. 125.

[3] Rubner, Über die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanale des Menschen. *Zeitschr. f. Biologie.* 1879. Bd. XV. S. 148.

Forscher in seinen Versuchen einfachere Kostkombinationen, ja sogar einzelne Gerichte angewandt hat.

Das zweite wichtige Nahrungsmittel der Serie, das Fett, das hauptsächlich Butterfett war, wurde ebenfalls gut resorbiert. Für die verschiedenen Versuchspersonen variierte die Resorption der Ätherextraktivsubstanz bei verschiedenartigem Kauen, wie folgt: Versuchsperson Nr. 1 95·9, 97·9 und 97·3 Proz.; Versuchsperson Nr. 2 96·6, 96·8 und 96·8 Proz., Versuchsperson Nr. 3 98·0, 96·4 und 97·9 Proz. Lührig[1] schätzt das Resorptionsprozent der Butter auf etwa 98 Proz. Die Werte von Hultgren und Landergren[2] waren 97·28 und 93·6 Proz. in Versuchen, in denen Butter mit Roggenbrot, Rotwein und Wasser verzehrt wurde. Lundgren, Perander und Putkonen[3] beobachteten in ihren Versuchen ein Resorptionsprozent des Butterfettes = 94·8 Proz.

Das Resorptionsprozent des Eiweißes ist bedeutend kleiner als das der Kohlehydrate und der Ätherextraktivstoffe. Bei verschiedenartigem Kauen und bei den verschiedenen Versuchspersonen schwankte die Resorption des Eiweißes folgendermaßen: Versuchsperson Nr. 1 72·9, 80·6 und 77·3 Proz., Versuchsperson Nr. 2 76·9, 83·3 und 79·7 Proz., Versuchsperson Nr. 3 88·5, 74·5 und 82·1 Proz.

Auch andere Forscher haben für die Resorption des Eiweißes entsprechender Kost Werte gefunden, die beträchtlich von den fast vollständiger Resorption nahekommenden Werten für Kohlehydrate und Fett abweichen. Beispielsweise erhielt Rubner[4] als Resorptionsprozent des Eiweißes der Kartoffelkost 84·6 und Hindhede[4] bei gleicher Kost 81·0 Proz. Die Werte Rösens[4] schwanken zwischen 79·8 und 91·8 Proz.

Die Resorption der Aschenstoffe erfolgte gleichfalls weniger vollständig als die der Kohlehydrate und der Ätherextraktivstoffe. Die Resorptionsprozente waren bei Versuchsperson Nr. 1 84·4, 86·2 und 86·0, bei Versuchsperson Nr. 2 81·7, 81·5 und 80·6 und bei Versuchsperson Nr. 3 91·0, 84·0 und 90·3. Die gefundenen Werte sind verhältnismäßig gleichmäßig.

Betrachten wir das Resorptionsvermögen der Versuchspersonen im allgemeinen, so konstatieren wir, daß Nr. 1 und 2 sich ziemlich gleich verhalten, während Nr. 3 bedeutend vollständiger resorbiert. Die letztere

---

[1] Pincussen, Die Ausnutzung der Nährstoffe. *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere*, herausgegeben von C. Oppenheimer. 1924. Bd. V. S. 297.

[2] Ref. nach Pincussen, a. a. O. Bd. V. S. 298.

[3] Lundgren, Perander und Putkonen, Über die Ausnützung von Margarine und Butter im menschlichen Darmkanal. Zit. nach *Ber. d. ges. Physiol.* 1921. Bd. VIII. S. 541.

[4] Ref. nach Pincussen, a. a. O. Bd. V. S. 318.

Erscheinung beruht wohl offenbar auf der trägen Darmtätigkeit der Versuchsperson Nr. 3.

Das verschiedenartige Kauen zeigt dagegen bei den verschiedenen Versuchspersonen relativ kleine Unterschiede. Die Resorptionsprozente variieren bei den verschiedenen Arten des Kauens nur sehr wenig. Die Differenzen zwischen den verschiedenen Versuchspersonen sind im allgemeinen größer als zwischen den verschiedenen Arten des von ihnen angewandten Kauens.

Für Versuchsperson Nr. 1 scheint es charakteristisch zu sein, daß ihr Resorptionsprozent mit besser werdendem Kauen ein wenig zunimmt. Aber diese Verbesserung ist im allgemeinen sehr unerheblich und tritt auch nicht überall hervor. Aus diesem Grunde ist sie eigentlich als eine Erscheinung anzusehen, die im großen ganzen nur recht wenig auf das endgültige Resorptionsergebnis einwirkt und im allgemeinen innerhalb der Fehlergrenzen fällt.

Für Versuchsperson Nr. 2 ist keine nennenswerte Verbesserung der Resorption bei schlechtem und gutem Kauen zu konstatieren. Das gewöhnliche Kauen dagegen gibt stellenweise bessere Resultate als die beiden extremen Kauarten, aber diese Unterschiede sind doch so unbedeutend, daß ihnen jedenfalls keine praktische Bedeutung zukommt.

Bei Versuchsperson Nr. 3 dagegen gibt das schlechte Kauen durchweg etwas bessere Werte als das gute, aber das gewöhnliche Kauen wiederum im Vergleich zu den beiden anderen Arten erheblich schlechtere Werte. Verdauungstörungen wurden bei der Versuchsperson während des mittleren Versuchs nicht festgestellt, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß das etwas schlechtere Resultat durch eventuelle funktionelle Störungen verursacht worden ist. Bemerkenswert ist jedoch der gleichmäßige Verlauf der von dem schlechten und dem guten Kauen gelieferten Ergebnisse in allen Werten der Analyse.

Zusammenfassend sei bemerkt, daß die nach verschiedenen Richtungen gehenden Werte der Resultate einen Beweis dafür zu geben scheinen, daß die Unterschiede eher von Schwankungen innerhalb der Fehlergrenzen als von einer Einwirkung der verschiedenen Kauarten herrühren.

2. Roggenzwiebackserie.

In dieser Serie bildeten die Hauptnahrung trockene Roggenzwiebäcke in einer Menge von 300 g. Dazu kamen noch 100 g Butter, 50 g Wurst, 50 g Käse, 60 g Sahne, 60 g Zucker, 150 g Äpfel und 750 ccm schwacher Tee, sowie 250 ccm Kaffee. Die Nährstoffzusammensetzung

der 3tägigen Serie in Prozenten und Gramm und die Kalorienmenge sind folgende:

Stickstoff . .	1·901	Proz.	27·93 g
Eiweiß . . .	11·9	„	174·6 g
Fett	24·7	„	363·6 g
Kohlehydrate .	59·3	„	870·9 g
Asche	4·1	„	60·1 g
Kalorien . . .	7668		

In dieser Versuchsserie ist die Kalorienmenge etwas höher als in der vorhergehenden. Auf den Tag kamen 2556 Kalorien, was wenigstens für die Versuchspersonen Nr. 2 und 3 genügt. Für Versuchsperson Nr. 3 ist diese Kalorienmenge jedoch ein wenig zu klein. Die Art und Mannigfaltigkeit der Kost bewirkte denn auch in dieser Serie, daß das Essen in keiner Weise unangenehm oder beschwerlich war. Waren doch die wenig Kalorien gebenden Kartoffeln der vorhergehenden Serie durch die schmackhaften Roggenzwiebäcke ersetzt.

Der erste Teil der Roggenzwiebackserie, schlechtes Kauen, wurde am 20. bis 22. X. 1926 ausgeführt. Das möglichst schlechte Kauen der trockenen Roggenzwiebäcke bereitete natürlicherweise dem Hinunterschlucken große Schwierigkeiten. In diesem Teil des Versuches wurde gerade soviel gekaut, daß die Stücke der Zwiebäcke eben mit Mühe verschluckt werden konnten. Nach der Mahlzeit fühlte jede Versuchsperson, daß ihr der Mund und besonders der Rachen von den scharfkantigen Zwiebäcken zerkratzt war, was beweist, daß das Kauen möglichst schlecht und die Einspeichelung mangelhaft gewesen war. Auf 300 g Zwiebäcke kamen 100 g Butter, und diese reichliche Buttermenge stellte den Faktor dar, der den Versuchspersonen half, die Zwiebäcke möglichst grob hinunterzuschlucken. Die zu der Versuchsserie gehörende Wurst wurde in Stückchen geschnitten und mit Brot und Butter fast ungekaut verschluckt.

Die Resorptionsergebnisse des schlechten Kauens gehen aus Tabelle 5 hervor.

Der zweite Teil der Roggenzwiebackserie, gewöhnliches Kauen, wurde am 27. bis 29. X. 1926 ausgeführt. Die Resultate sind aus Tabelle 6 zu ersehen.

Der dritte Teil der Roggenzwiebackserie, gutes Kauen, fand am 4. bis 6. XI. 1926 statt, und seine Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Aus den Tabellen 5, 6 und 7 habe ich das Verlustprozent berechnet und in Tabelle 8 veranschaulicht.

Tabelle 5.

Roggenzwiebackserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	143·1	5·77	36·1	19·9	70·7	16·4	623
	Resorption, g . .	1326·1	22·16	138·5	343·7	800·2	43·7	7045
	„ Proz.	90·3	79·3	79·3	94·5	91·9	72·7	91·9
2	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	125·0	4·45	27·8	14·1	66·1	17·0	516
	Resorption, g . .	1344·2	23·48	146·8	349·5	804·8	43·1	7152
	„ Proz.	91·5	84·1	84·1	96·1	92·4	71·7	93·3
3	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	120·1	3·98	24·9	14·8	66·6	13·8	513
	Resorption, g . .	1349·1	23·95	149·7	348·8	804·3	46·3	7155
	„ Proz.	91·8	85·7	85·7	95·9	92·3	77.0	93·3

Tabelle 6.

Roggenzwiebackserie. Gewöhnliches Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	130·2	4·69	29·3	15·9	70·0	15·0	555
	Resorption, g . .	1339·0	23·24	145·3	347·7	800·9	45·1	7113
	„ Proz.	91·1	83·2	83·2	95·6	92·0	75·0	92·8
2	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	133·8	5·24	32·7	16·3	66·0	18·8	556
	Resorption, g . .	1335·4	22·69	141·9	347·3	804·9	41·3	7112
	„ Proz.	90·9	81·2	81·2	95·5	92·4	67·7	92·7
3	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	119·0	4·22	26·4	17·3	61·5	13·8	521
	Resorption, g . .	1350·2	23·71	148·2	346·3	809·4	46·3	7147
	„ Proz.	91·9	84·9	84·9	95·2	92·9	77·0	93·2

Tabelle 7.

Roggenzwiebackserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	109·0	4·78	29·9	16·2	50·4	12·5	480
	Resorption, g . .	1360·2	23·15	144·7	347·4	820·5	47·6	7188
	„ Proz.	92·6	82·9	82·9	95·5	94·2	79·2	93·7
2	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	128·2	4·93	30·8	16·1	64·0	17·3	538
	Resorption, g . .	1341·0	23·00	143·8	347·5	806·9	42·8	7130
	„ Proz.	91·3	82·3	82·3	95·6	92·6	71·2	93·0
3	Kost	1469·2	27·93	174·6	363·6	870·9	60·1	7668
	Faeces	135·2	5·07	31·7	19·0	67·2	17·3	582
	Resorption, g . .	1334·0	22·86	142·9	344·6	803·7	42·8	7086
	„ Proz.	90·8	81·8	81·8	94·8	92·3	71·2	92·4

Tabelle 8.

Verlustprozent in der Roggenzwiebackserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz			Eiweißstoffe			Ätherextraktivstoffe		
Versuchsperson . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	9·7	8·5	8·2	20·7	15·9	14·3	5·5	3·9	4·1
Gewöhnliches „	8·9	9·1	8·1	16·8	18·8	15·1	4·4	4·5	4·8
Gutes „	7·4	8·7	9·2	17·1	17·7	18·2	4·5	4·4	5·2

(Fortsetzung.)

	Kohlehydrate			Asche			Kalorien		
Versuchsperson . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	8·1	7·6	7·7	27·3	28·3	23·0	8·1	6·7	6·7
Gewöhnliches „	8·0	7·6	7·1	25·0	32·3	23·0	7·2	7·3	6·8
Gutes „	5·8	7·4	7·7	20·8	28·8	28·8	6·3	7·0	7·6

In der Roggenzwiebackserie finden wir Kohlehydrate 59·3 Proz. und Fett 24·7 Proz., d. h. annähernd die gleichen Mengen wie in der Kartoffelserie. Eiweiß war zu 11·9 Proz. und Asche zu 4·1 Proz. vorhanden. Den Hauptteil der Kohlehydrate bildet der Roggenzwieback und den Hauptteil des Fettes die Butter.

Vergleichen wir die Resorptionsprozente der Trockensubstanz bei den verschiedenen Kuarten, so sehen wir, daß die Unterschiede in dieser Serie kleiner als in der vorhergehenden sind. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte von der Trockensubstanz 90·3, 91·1 und 92·6 Proz. Die entsprechenden Zahlen für Versuchsperson Nr. 2 waren 91·5, 90·9 und 91·3 und für Versuchsperson Nr. 3 91·8, 91·9 und 90·8 Proz.

Die resorbierten Kalorienmengen waren bei den verschiedenen Versuchspersonen folgende: Versuchsperson Nr. 1 91·9, 92·8 und 93·7 Proz., Versuchsperson Nr. 2 93·3, 92·7 und 93·0 Proz., Versuchsperson Nr. 3 93·3, 93·2 und 92·4 Proz.

Die Zahlen sind außerordentlich gleichmäßig. Sie sind nicht ganz so hoch wie die entsprechenden Zahlen in der Kartoffelserie. Dies beruht natürlich auf der Beschaffenheit der Versuchskost. In der ersten Serie bestand die Hauptnahrung in Kartoffeln, die beim Kochen eine viel vollständigere Trituration erleiden als der grob gemahlene Roggen bei seiner Verarbeitung zu Zwiebäcken.

Diese Zahlen können mit den Resultaten Neumanns[1] verglichen werden. Ohne überhaupt die Feinheit des Roggenmehls in Betracht zu ziehen, fand Neumann als Resorptionsprozent der Trockensubstanz durchschnittlich 88·66.

Das Resorptionsprozent der Kohlehydrate schwankt bei den verschiedenen Versuchspersonen nach den verschiedenen Kuarten folgendermaßen: Versuchsperson Nr. 1 91·9, 92·0 und 94·2 Proz., Versuchsperson Nr. 2 92·4, 92·4 und 92·6 Proz., Versuchsperson Nr. 3 92·3, 92·9 und 92·3 Proz. Die Resorptionsprozente der Kohlehydrate Lehmanns[2] beim Essen von Roggenbrot variierten je nach dem Feinheitsgrad und der Reinheit des zu dem Brot verwendeten Mehles von 90·0 bis 95·8.

Die Resorption des Fettes ist in der Roggenzwiebackserie ebenfalls nicht so hoch wie die in der Kartoffelserie. In meinen Versuchen war das Resorptionsprozent der Ätherextraktivstoffe bei Versuchsperson Nr. 1 94·5, 95·6 und 95·5, bei Versuchsperson Nr. 2 96·1, 95·5 und 95·6 und bei Versuchsperson Nr. 3 95·9, 95·2 und 94·8. Meine Zahlen entsprechen recht gut den Resultaten von Hultgren und Landergren[3], die 97·28 und 93·6 Proz. waren, wenn die genannten Forscher ersterer 104·8 g und letzterer 146·8 g Butter mit Roggenbrot, Rotwein und Wasser verzehrten.

[1] R. O. Neumann, Zitiert nach Pincussen. Bd. V. S. 327.

[2] Lehmann, Über die Bedeutung der Schälung und Zermahlung des Getreides für die Ausnutzung. *Arch. f. Hyg.* Bd. XLV. S. 177.

[3] Hultgren und Landergren, zit. nach Pincussen. S. 298.

Das Resorptionsprozent des Eiweißes ist gleichfalls in dieser Serie bedeutend niedriger als das der Kohlehydrate und des Fettes. Die Werte der verschiedenen Versuchspersonen schwanken in meinen Versuchen folgendermaßen: Versuchsperson Nr. 1 79·3, 83·2 und 82·9, Versuchsperson Nr. 2 84·1, 81·2 und 82·3 und Versuchsperson Nr. 3 85·7, 84·9 und 81·8.

Vergleicht man diese Werte z. B. mit Neumanns[1] Resorptionsprozent des Eiweißes der Roggenbrotnahrung, 62·15, und mit v. Noordens und Fischers[2] Resorptionsprozenten aus ähnlichen Versuchen, 66·3 und 72·1, so findet man, daß meine Werte etwas höher als die der genannten Forscher sind. Dieses höhere Resorptionsprozent meiner Versuche rührt wahrscheinlich daher, daß die von mir angewandte Kost auch Käse und Wurst umfaßte, deren Eiweiß offenbar leichter resorbiert wird als das des Roggenbrotes.

Die Resorption der Asche variiert bei den verschiedenen Versuchspersonen, wie folgt:

Versuchsperson	Nr. 1	72·7,	75·0	und	79·2	Proz.
..	Nr. 2	71·7,	67·7	..	71·2	..
..	Nr. 3	77·0,	77·0	..	71·2	..

Das Resorptionsvermögen der verschiedenen Versuchspersonen ist in der Roggenzwiebackserie verhältnismäßig gleichmäßig. Allerdings sind zwischen ihnen kleinere Schwankungen zu konstatieren, aber dieselben sind relativ unwesentlich.

Die verschiedenen Kauarten wirken auf die Resorption der Versuchsperson Nr. 1 deutlich ein. Das Verlustprozent der Kalorien ist 8·1, 7·2 und 6·3 bei schlechtem, gewöhnlichem und gutem Kauen. Ebenso nimmt das Verlustprozent in der Resorption der Trockensubstanz der Kohlehydrate und der Asche sowie auch in der der Eiweiß- und Ätherextraktivstoffe ab, obwohl es in der letzteren Gruppe bei gewöhnlichem Kauen am kleinsten ist.

Für Versuchsperson Nr. 2 ist das Verlustprozent am größten bei gewöhnlichem Kauen. Am besten erfolgt die Resorption, von den Kohlehydraten abgesehen, bei schlechtem Kauen und fast ebensogut auch bei gutem Kauen.

Auch bei Versuchsperson Nr. 3 geht die Resorption bei schlechtem Kauen am besten vonstatten. Bei gutem Kauen ist das Verlustprozent am größten.

[1] R. O. Neumann, zit. nach Pincussen. S. 327.

[2] C. v. Noorden und I. Fischer, Neue Untersuchungen über die Verwendung der Roggenkleie für die Ernährung des Menschen. *Dtsch. Med. Wchbl.* 1917. S. 673.

Für Versuchsperson Nr. 1 ist eine Verbesserung der Resorptionsergebnisse bei intensiver werdendem Kauen charakteristisch, aber die Versuchspersonen Nr. 2 und 3 resorbieren am besten bei schlechtem Kauen. Im allgemeinen sind die Unterschiede bei den verschiedenen Kauarten ziemlich gering. Nur bei Versuchsperson Nr. 1 sind sie etwas größer, aber auch diese Unterschiede wirken nicht erheblich ein, denn auch bei schlechtem Kauen resorbiert Versuchsperson Nr. 1 91·9 Proz. von der verzehrten Kalorienmenge. Bei gewöhnlichem Kauen sind es 92·8 Proz. Bei äußerst gründlichem Kauen steigt die resorbierte Kalorienmenge auf 93·7 Proz. Die Versuchspersonen Nr. 2 und 3 lassen viel geringere Schwankungen erkennen. Die entsprechenden Resorptionsprozente sind bei ihnen 93·3, 92·7 und 93·0 bzw. 93·3, 93·2 und 92·4. Diese bei den Versuchspersonen Nr. 2 und 3 auftretenden Schwankungen sind so unbedeutend, daß sie mir innerhalb der Fehlergrenzen zu liegen scheinen. Nur bei Versuchsperson Nr. 1 ist die Verbesserung der Resorption so gleichmäßig und deutlich, daß sie möglicherweise durch das Kauen verursacht und vielleicht außerhalb der Fehlergrenze fallen könnte.

3. Weizenzwiebackserie.

In der Weizenzwiebackserie bildeten trockene Weizenzwiebäcke das wichtigste Nahrungsmittel. Davon wurden im Tage 350 g verzehrt. Zucker kam 60 g, Sahne 60 g und Butter 100 g zur Anwendung. Als Getränk diente 750 ccm schwacher Tee und 250 ccm Kaffee.

Die Nährstoffzusammensetzung der Serie in Prozenten und Gramm sowie die Kalorienmenge ergeben sich aus dem Folgenden:

N	1·218	Proz.	15·75 g
Eiweiß	7·6	„	98·4 g
Ätherextraktivstoffe .	25·2	„	325·8 g
Kohlehydrate . . .	65·9	„	850·8 g
Asche	1·3	„	17·2 g
Kalorien	6922		

Auf den Tag und die Versuchsperson kamen 2307·3 Kalorien. Dieser Betrag kann nicht als hoch, sondern eher als zu niedrig angesehen werden, aber es fiel den Versuchspersonen schwer, eine größere Menge Zwiebäcke zu verzehren. Trotz ihrer Einseitigkeit wurde die Versuchskost als recht angenehm empfunden. Der einmal täglich getrunkene Kaffee kam den Versuchspersonen außerordentlich erfrischend vor.

Als Versuchspersonen treten in dieser Serie nur Nr. 1 und 2 auf. Die Versuchsperson Nr. 3 erkrankte während der Versuche an Angina, so daß ihr Versuch nicht durchgeführt wurde. Das Hinunterschlucken der schlecht gekauten Versuchskost bereitete auch in dieser Serie be-

trächtliche Schwierigkeiten, obwohl die weniger scharfkantigen Weizenzwiebäcke leichter hinuntergingen als die Roggenzwiebäcke in der vorhergehenden Serie. Eine reichliche Anwendung von Butter beförderte ihrerseits das Verschlucken der groben Zwiebackstücke.

Der erste Teil der Weizenzwiebackserie, schlechtes Kauen, fand am 23. bis 25. XI. 1926 statt und zeigte die in Tabelle 9 mitgeteilten Resorptionsergebnisse.

Tabelle 9.

Weizenzwiebackserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	56·5	2·73	17·1	9·6	23·3	6·5	255
	Resorption, g	1235·7	13·02	81·3	316·2	827·5	10·7	6667
	„ Proz.	95·6	82·6	82·6	97·0	97·3	62·2	96·3
2	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	50·1	2·38	14·9	8·6	20·5	6·1	225
	Resorption, g	1242·1	13·37	83·5	317·2	830·3	11·1	6697
	„ Proz.	96·1	84·8	84·8	97·4	97·6	64·5	96·7

Der zweite Teil der Weizenzwiebackserie, gewöhnliches Kauen, wurde am 30. XI. bis 2. XII. 1926 ausgeführt, und seine Resultate sind in Tabelle 10 wiedergegeben.

Tabelle 10.

Weizenzwiebackserie. Gewöhnliches Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	48·1	2·14	13·4	7·8	21·3	5·6	215
	Resorption, g	1244·1	13·61	85·0	318·0	829·5	11·6	6707
	„ Proz.	95·7	86·4	86·4	97·6	97·5	67·4	96·9
2	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	45·1	2·45	15·3	8·1	16·3	5·4	205
	Resorption, g	1247·1	13·30	83·1	317·7	834·5	11·8	6717
	„ Proz.	96·5	84·4	84·4	97·5	98·1	68·6	97·0

Der dritte Teil der Weizenzwiebackserie, gutes Kauen, fand am 8. bis 10. XII. 1926 statt und gab die in Tabelle 11 angeführten Resultate.

Tabelle 11.
Weizenzwiebackserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	42·6	1·84	11·5	8·4	18·2	4·5	200
	Resorption, g . .	1249·6	13·91	86·9	317·4	832·6	12·7	6722
	„ Proz.	96·7	88·3	88·3	97·4	97·9	73·8	97·1
2	Kost	1292·2	15·75	98·4	325·8	850·8	17·2	6922
	Faeces	40·9	2·50	15·6	8·1	12·2	5·0	189
	Resorption, g . .	1251·3	13·25	82·8	317·7	838·6	12·2	6733
	„ Proz.	96·8	84·1	84·1	97·5	98·6	70·9	97·3

Aus den Tabellen 9, 10 und 11 habe ich das Verlustprozent berechnet und die gefundenen Resultate in Tabelle 12 zusammengestellt.

Tabelle 12.
Verlustprozent in der Weizenzwiebackserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz		Eiweißstoffe		Ätherextraktivstoffe		Kohlehydrate		Asche		Kalorien	
Versuchsperson .	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Schlechtes Kauen	4·4	3·9	17·4	15·2	3·0	2·6	2·7	2·4	37·8	35·5	3·7	3·3
Gewöhnliches „	4·3	3·5	13·6	15·6	2·4	2·5	2·5	1·9	32·6	31·4	3·1	3·0
Gutes „	3·3	3·2	11·7	15·9	2·6	2·5	2·1	1·4	26·2	29·1	2·9	2·7

Die Resorption der Trockensubstanz erfolgt in der Weizenzwiebackserie bedeutend vollständiger als in der Roggenzwiebackserie. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte bei verschiedenartigem Kauen 95·6, 95·7 und 96·7 und Versuchsperson Nr. 2 96·1, 96·5 und 96·8 Proz. Diese Zahlen sind ungefähr ebenso hoch wie die in der Kartoffelserie gefundenen Werte.

Die resorbierten Kalorienmengen sind bei den Versuchspersonen Nr. 1 und 2 in Prozenten 96·3, 96·6 und 97·1 bzw. 96·7, 97·0 und 97·3, und diese Werte verbessern sich mit besser werdendem Kauen, wie es bei der Resorption der Trockensubstanz der Fall ist. Die Gleichmäßigkeit der Zahlen ist ungewöhnlich gut.

Meine Ergebnisse über die Resorption der Weizen- und der Roggenzwiebäcke stimmen im großen ganzen mit den Resultaten Neumanns[1] überein, aus denen hervorgeht, daß aus Weizen hergestelltes Brot im allgemeinen besser als aus Roggen zubereitetes resorbiert wird, selbst wenn die Ausmahlung ganz dieselbe ist.

Ausmahlung Proz.	Weizenbrot		Roggenbrot	
	Trockensubstanz Proz.	Eiweiß Proz.	Trockensubstanz Proz.	Eiweiß Proz.
60	98·07	93·70	92·40	62·60
80—82	93·94	85·21	91·56	66·41
97	89·13	76·90	83·05	62·95

Ähnlich verhielt es sich auch mit den Resultaten Lehmanns.[2] Von je 100 g der verzehrten Menge wurden ausgenutzt:

	Trockensubstanz Proz.	N-Substanz Proz.	Fett Proz.	Kohlehydrate Proz.
Weizenbrot, feines	95·0	81·0	75·0	98·5
mittelfeines	93·5	75·0	60·0	97·5
grobes	90·0	72·0	55·0	92·5
Roggenbrot, feines	93·0	73·0	—	95·8
mittelfeines	88·5	68·0	—	93·3
grobes	84·0	60·0	—	90·0

Von den Kohlehydraten resorbierte Versuchsperson Nr. 1 97·3, 97·5 und 97·9 Proz. und Versuchsperson Nr. 2 97·6, 98·1 und 98·6 Proz. Nach Lehmann werden von den Kohlehydraten des Weizenbrotes 92·5 bis 98·5 Proz. resorbiert je nach dem Feinheitsgrad des zu dem Brote verwendeten Mehles.

Das Resorptionsprozent der Ätherextraktivstoffe war für Versuchsperson Nr. 1 bei verschiedenem Kauen 97·0, 97·6 und 97·4 und für Versuchsperson Nr. 2 97·4, 97·5 und 97·5, Prozentzahlen, die etwas höher als die entsprechenden Werte in der Roggenzwiebackserie und ungefähr ebenso hoch wie das Resorptionsprozent der Ätherextraktivstoffe in der Kartoffelserie sind.

Das Resorptionsprozent des Eiweißes war für Versuchsperson Nr. 1 82·6, 86·4 und 88·3 und für Versuchsperson Nr. 2 84·8, 84·4 und 84·1. Zum Vergleich sei erwähnt, daß das Resorptionsprozent der Eiweißstoffe des Weizenbrotes in den Versuchen Lehmanns zwischen 72·0

[1] R. O. Neumann, zit. nach Pincussen. a. a. O. S. 328.

[2] K. R. Lehmann, *Archiv f. Hyg.* 1902. Bd. XLV, und Pincussen. a. a. O. S. 328.

und 81·0 und in denen Neumanns zwischen 76·9 und 93·7 Proz. schwankte.

Das Resorptionsprozent der Asche war bei Versuchsperson Nr. 1 62·2, 67·4 und 73·8 und bei Versuchsperson Nr. 2 64·5, 68·6 und 70·9.

Das Resorptionsvermögen der beiden Versuchspersonen in der Weizenzwiebackserie ist recht hoch und außerordentlich gleichmäßig. Allgemein ist zu bemerken, daß Versuchsperson Nr. 2 auch in dieser Serie, wie in der Roggenzwiebackserie, etwas besser als Versuchsperson Nr. 1 resorbierte.

Mit besser werdendem Kauen nimmt das Verlustprozent der Versuchsperson Nr. 1 ab. Nur in der Fettausnutzung tritt eine kleine partielle Ausnahme auf, aber auch sie ist ganz unbedeutend. Das Verlustprozent der Versuchsperson Nr. 2 geht ebenfalls bei besser werdendem Kauen herab. Nur in der Eiweißresorption findet eine Abweichung von der allgemeinen Richtung statt. Die Resultate beider Versuchspersonen verlaufen dermaßen parallel, daß man aus ihnen vielleicht den Schluß ziehen könnte, daß das Kauen die Resorption in geringem Grade verbessert hätte. Nur ist diese Verbesserung außerordentlich klein. Dies beruht darauf, daß das Resorptionsprozent schon bei schlechtem Kauen so hoch ist, daß es nicht mehr erwähnenswert verbessert werden kann. Beispielsweise ist das Verlustprozent für Versuchsperson Nr. 1 bei verschiedenartigem Kauen 3·7, 3·1 und 2·9 und für Versuchsperson Nr. 2 3·3, 3·0 und 2·7, so daß die Verbesserung für beide nur 0·8 und 0·6 Proz. beträgt. Diese Werte sind sehr klein, sie fallen innerhalb der Versuchsfehler.

4. Rindfleischserie.

Der wesentlichste Teil der Tagesportion der Rindfleischserie bestand in 200 g besonders zähem, gebratenem knochenfreien Rindfleisch, wozu 95 g Tunke, 60 g Zucker, 500 g Kartoffeln, 100 g Butter und 10 g Anschovis kamen. Als Getränk wurden wie früher 1000 ccm schwacher Tee angewandt.

Die Nährstoffzusammensetzung der ganzen Serie in Prozenten und Gramm war folgende:

Stickstoff . .	3·51	Proz.	39·18 g
Eiweiß . . .	22·0	„	244·8 g
Fett	31·2	„	348·3 g
Kohlehydrate .	43·4	„	484·2 g
Asche	3·4	„	37·6 g
Kalorien . . .	6228		

Auf den Tag und die Versuchsperson kamen 2076 Kalorien. Auch in dieser Versuchsserie war die tägliche Kalorienmenge gering, doch

haben die Versuchspersonen kein Hungergefühl verspürt. Die gewürzte Tunke und das Fleisch machten diese Serie angenehmer als die früheren. Die aus der vorhergehenden Serie ausgeschiedene Versuchsperson Nr. 3 nahm hier wieder teil, nachdem sie sich von ihrer Rachenentzündung erholt hatte.

Der erste Teil der Rindfleischserie, schlechtes Kauen, wurde am 19. bis 21. I. 1927 ausgeführt. Die Resultate sind aus Tabelle 13 zu ersehen.

Tabelle 13.

Rindfleischserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	48·4	2·71	16·9	10·8	14·1	6·6	227
	Resorption, g	1066·5	36·47	227·9	337·5	470·1	31·0	6001
	„ Proz.	95·6	93·1	93·1	96·9	97·1	82·4	96·3
2	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	47·9	2·90	18·1	10·3	11·2	8·3	216
	Resorption, g	1067·0	36·28	226·7	338·0	473·0	29·3	6012
	„ Proz.	95·7	92·6	92·6	97·0	97·7	77·9	96·5
3	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	47·0	2·30	14·4	7·9	18·1	6·6	207
	Resorption, g	1067·9	36·88	230·4	340·4	466·1	31·0	6021
	„ Proz.	95·8	94·1	94·1	97·7	96·3	82·4	96·7

Der zweite Teil der Rindfleischserie, gewöhnliches Kauen, fand am 26. bis 28. I. 1927 statt und zeigte die in Tabelle 14 angeführten Ergebnisse.

Der dritte Teil der Serie, gutes Kauen, wurde am 2. bis 4. II. 1927 ausgeführt. Die Resultate gehen aus Tabelle 15 hervor.

Aus den Tabellen 13, 14 und 15 habe ich das Verlustprozent berechnet und die gefundenen Resultate in Tabelle 16 zusammengefaßt.

Die Ausnutzung der Trockensubstanz erfolgt in der Rindfleischserie ungefähr ebensogut wie die Resorption der Trockensubstanz in der Kartoffel- und der Weizenzwiebackserie. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte 95·6, 96·0 und 96·9 Proz. von der verzehrten Trockensubstanz. Die entsprechenden Zahlen waren für Versuchsperson Nr. 2 95·7, 96·1 und 95·8 und für Versuchsperson Nr. 3 95·8, 95·8 und 96·8 Proz. Wir verstehen die Höhe der Zahlen, wenn wir sie mit den in der Kartoffel-

Tabelle 14.
Rindfleischserie. Gewöhnliches Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	44·5	2·62	16·4	9·2	11·5	7·4	200
	Resorption, g	1070·4	36·56	228·4	339·1	472·7	30·2	6028
	„ Proz.	96·0	93·3	93·3	97·3	97·6	80·3	96·8
2	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	43·3	2·45	15·3	8·9	11·5	7·6	193
	Resorption, g	1071·6	36·73	229·5	339·4	472·7	30·0	6035
	„ Proz.	96·1	93·7	93·7	97·4	97·6	79·8	96·9
3	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	46·9	1·87	11·7	10·4	18·5	6·3	220
	Resorption, g	1068·0	37·31	233·1	337·9	465·7	31·3	6008
	„ Proz.	95·8	95·2	95·2	97·0	96·2	83·2	96·5

Tabelle 15.
Rindfleischserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	33·9	2·22	13·9	6·9	8·9	4·2	158
	Resorption, g	1081·0	36·96	230·9	341·4	475·3	33·4	6070
	„ Proz.	96·9	94·3	94·3	98·0	98·2	88·8	97·5
2	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	47·1	2·68	16·8	8·8	14·2	7·3	209
	Resorption, g	1067·8	36·50	228·0	339·5	470·0	30·3	6019
	„ Proz.	95·8	93·1	93·1	97·5	97·1	80·6	96·6
3	Kost	1114·9	39·18	244·8	348·3	484·2	37·6	6228
	Faeces	35·3	1·49	9·3	8·2	13·9	3·9	171
	Resorption, g	1079·6	37·69	235·5	340·1	470·3	33·7	6057
	„ Proz.	96·8	96·2	96·2	97·6	97·1	89·6	97·2

serie gefundenen Werten und besonders mit der Angabe Osavas[1] vergleichen, nach der von der Trockensubstanz des Rindfleisches 94·9 Proz.

[1] Osava, zit. nach Pincussen. Bd. V. S. 308.

Tabelle 16.
Verlustprozent in der Rindfleischserie
bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz			Eiweißstoffe			Ätherextraktivstoffe		
Versuchsperson. . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	4·4	4·3	4·2	6·9	7·4	5·9	3·1	3·0	2·3
Gewöhnliches „	4·0	3·9	4·2	6·7	6·3	4·8	2·7	2·6	3·0
Gutes „	3·1	4·2	3·2	5·7	6·9	3·8	2·0	2·5	2·4

(Fortsetzung.)

	Kohlehydrate			Asche			Kalorien		
Versuchsperson. . .	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	2·9	2·3	3·7	17·6	22·1	17·6	3·7	3·5	3·3
Gewöhnliches „	2·4	2·4	3·8	19·7	20·2	16·8	3·2	3·1	3·5
Gutes „	1·8	2·9	2·9	11·2	19·4	10·4	2·5	3·4	2·8

und nach Rubner[1] 95·3 Proz. ausgenutzt werden. Rindfleisch und Kartoffeln bilden ja in dieser Serie den größten Teil der Kostmenge.

Die Resorption der Kalorien erfolgt bei den verschiedenen Versuchspersonen folgendermaßen: Versuchsperson Nr. 1 96·3, 96·8 und 97·5, Versuchsperson Nr. 2 96·5, 96·9 und 96·6 und Versuchsperson Nr. 3 96·7, 96·5 und 97·2 Proz.

Die Resorption der Kohlehydrate findet ungefähr in denselben Verhältnissen wie in der Kartoffelserie statt. Überraschend wenig Kohlehydrate treten in den Faeces auf. Dies ist auch wegen der guten Verdaulichkeit der Kartoffeln leicht zu verstehen.

Die Ausnutzung der Ätherextraktivstoffe erfolgt bei den verschiedenen Kauarten sehr gleichmäßig. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte 96·9, 97·3 und 98·0 Proz. bei verschiedenartigem Kauen. Für Versuchsperson Nr. 2 waren die entsprechenden Zahlen 97·0, 97·4 und 97·5 und für Versuchsperson Nr. 3 97·7, 97·0 und 97·6 Proz.

Das Fett des Fleisches wird nach Rubner relativ schlechter als die Eiweißsubstanz des Fleisches resorbiert. In meinen Versuchen ist die Ausnutzung des Fettes sehr vollständig, und dies beruht darauf, daß das von mir verwandte Fleisch fettarm war, da vor dem Verzehren alles herauslösbare Fett entfernt wurde. Das Fett der Serie bestand zum größten Teil in Butter und dem in der Tunke vorkommenden Fett, welche beide leicht unter die Einwirkung der Verdauungssäfte geraten.

[1] Rubner, *Zeitschr. f. Biol.* 1879. Nr. 15. S. 123.

Das größte Interesse erregt die Resorption der Eiweißsubstanzen, denn in dieser Serie sind solche ja in größerer Menge als in den vorhergehenden Serien vorhanden. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte 93·1, 93·3 und 94·3 Proz., Versuchsperson Nr. 2 92·6, 93·7 und 93·1 Proz. und Versuchsperson Nr. 3 94·1, 95·2 und 96·2 Proz.

In den vorhergehenden Serien lag die Resorption des Eiweißes bedeutend unter 90 Proz. Dieser niedrige Wert rührt daher, daß ein beträchtlicher Teil der Eiweißsubstanz an solche vegetabilische Teile der Kost gebunden war, aus denen er nur schwerer freigemacht und resorbiert werden kann, und daß ein Teil von den N-haltigen Stoffen der vegetabilischen Nahrung überhaupt keine eigentliche Eiweißsubstanz war. In dieser Serie dagegen stammt der größte Teil des Eiweißes aus dem Fleisch, auf das die Verdauungssäfte leicht einwirken. Von den Eiweißstoffen des gebratenen Rindfleisches werden nach Rubner[1] 97·5 Proz. resorbiert. Nach Osava[2] ist der entsprechende Wert 97·9 Proz. und nach Lebbin und Förster[3] 96·31 Proz.

Von der Asche resorbiert Versuchsperson Nr. 1 82·4, 80·3 und 88·8 Proz., Versuchsperson Nr. 2 77·9, 79·8 und 80·6 Proz. und Versuchsperson Nr. 3 82·4, 83·2 und 89·6 Proz.

Das Resorptionsvermögen der Versuchspersonen ist miteinander verglichen in der Rindfleischserie außerordentlich gleichmäßig. Die Zahlen stehen einander so nahe, daß das Resorptionsvermögen aller als ungefähr gleich gut zu betrachten ist.

Beim Vergleich der bei verschiedenartigem Kauen gefundenen Resorptionsprozente der verschiedenen Versuchspersonen lenken die Werte der Versuchsperson Nr. 1 speziell die Aufmerksamkeit auf sich. Diese Werte steigen bei besser werdendem Kauen regelmäßig an. Nur in der Resorption der Asche ist eine kleine unwesentliche Ausnahme zu konstatieren. Bei Versuchsperson Nr. 2 schwanken die Werte mit so geringen Abweichungen, daß sich fast nicht sagen läßt, bei welcher Kauart die Resorption am besten stattfindet. Bei gewöhnlichem Kauen sind die Werte zwar ein wenig höher als bei schlechtem und gutem, aber diese Steigerung ist ganz verschwindend gering. Versuchsperson Nr. 3 resorbiert besser, wenn das Kauen vollständiger ausgeführt wird, aber diese Verbesserung ist unregelmäßig und vor allem recht unbedeutend.

Die Resorptionsprozente der Versuchspersonen Nr. 2 und 3 schwanken so wenig, daß die Unterschiede als innerhalb der Fehlergrenzen fallend und als völlig bedeutungslos gelten müssen. Nur den Schwan-

[1] Rubner, *Zeitschr. f. Biol.* 1879. Bd. XV. S. 123.
[2] Osava, zit. nach Pincussen. Bd. V. S. 308.
[3] Lebbin und Förster, zit. nach Pincussen. Bd. V. S. 308.

kungen der Versuchsperson Nr. 1 dürfte eine gewisse Bedeutung beigemessen werden, da die Verbesserung der Resorption vollkommen regelmäßig ist und sich in derselben Richtung wie in der Roggen- und der Weizenzwiebackserie wiederholt. Aber trotzdem ist diese Wirkung des Kauens im großen ganzen unwesentlich, denn z. B. die Ausnutzung der Kalorien erhöht sich bloß um 1·2 Proz., von 96·3 auf 97·5 Proz.

5. Bohnenserie.

Während die vegetabilischen Bestandteile der Kost in allen vorhergehenden Serien relativ gut bearbeitet und leicht zu zerkleinern waren und verhältnismäßig wenig Eiweißstoffe enthielten, wählte ich als Hauptnahrung für diese Serie 200 g harte, ungeschälte Bohnen, deren Zubereitung für die Versuche schon früher beschrieben wurde. Außer den Bohnen gehörten zu der Serie noch 100 g Roggenzwiebäcke, 50 g Weizenzwiebäcke, 60 g Zucker, 100 g Butter, 50 g Käse und 1000 ccm schwacher Tee.

Die Nährstoffzusammensetzung der Bohnenserie in Prozenten und Gramm war folgende:

Stickstoff . .	2·18	Proz.	29·43 g
Eiweiß . . .	13·6	„	183·9 g
Fett	22·1	„	299·1 g
Kohlehydrate .	60·9	„	822·3 g
Asche . . .	3·4	„	46·3 g
Kalorien . .	6907		

Täglich erhielten die Versuchspersonen 2302·3 Kalorien. Diese Kalorienmenge könnte vielleicht als niedrig angesehen werden, aber die verzehrte Kost erschien den Versuchspersonen als sehr völlig.

Versuchsperson Nr. 3 begann die Serie wie die anderen, aber ein aus der Kindheit stammender Widerwille gegen Bohnen verursachte Übelkeit und Brechreiz, weshalb ich sie nicht für diese Serie geeignet betrachtete. Aus diesem Grund gehörten zu der Versuchsserie nur die Versuchspersonen Nr. 1 und 2.

Bei beiden Kauarten der Bohnenserie beobachteten die beiden Versuchspersonen ein Füllegefühl in der Magengrube, Kopfschmerzen unmittelbar nach dem Essen und später Windkolik. Im allgemeinen waren diese Beschwerden am ersten Tag der betreffenden Kauart bedeutend schwerer, doch war zwischen den verschiedenen Kauarten kein besonderer Unterschied zu konstatieren.

Da die zu der Versuchsserie gehörenden Bohnen absichtlich so ungar gekocht waren, daß solche Kost unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht verzehrt wird, habe ich in dieser Versuchsserie auch nicht

das gewöhnliche Kauen angewandt, sondern die Versuchspersonen aßen bloß mit sehr schlechtem und sehr gutem Kauen. Diese Verabreichung ungarer Bohnen beruhte darauf, daß gargekochte Bohnen zu einem solchen Brei geworden wären, daß von Kauen keine Rede gewesen und auch die eventuellen Ergebnisse des Kauens nicht aus meinen Versuchen hervorgegangen wären.

Der erste Teil der Bohnenserie, schlechtes Kauen, wurde am 16. bis 18. II. 1927 ausgeführt und zeigte die in Tabelle 17 mitgeteilten Resultate.

Tabelle 17.
Bohnenserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1351·6	29·43	183·9	299·1	822·3	46·3	6907
	Faeces	127·0	8·63	53·9	19·5	38·7	14·9	561
	Resorption, g . .	1224·6	20·80	130·0	279·6	783·6	31·4	6346
	„ Proz.	90·6	70·7	70·7	93·5	95·3	67·8	91·9
2	Kost	1351·6	29·43	183·9	299·1	822·3	46·3	6907
	Faeces	119·8	7·94	49·6	15·2	38·7	16·3	503
	Resorption, g . .	1231·8	21·49	134·3	283·9	783·6	30·0	6404
	„ Proz.	90·7	73·0	73·0	94·9	95·3	64·8	92·7

Das spätere, gute Kauen fand am 9. bis 11. III. 1927 statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 angeführt.

Tabelle 18.
Bohnenserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1351·6	29·43	183·9	299·1	822·3	46·3	6907
	Faeces	145·5	10·32	64·5	21·4	41·2	18·4	632
	Resorption, g . .	1206·1	19·11	119·4	277·7	781·1	27·9	6275
	„ Proz.	89·2	64·9	64·9	92·8	95·0	60·2	90·8
2	Kost	1351·6	29·43	183·9	299·1	822·3	46·3	6907
	Faeces	127·4	8·92	55·7	13·8	41·0	16·9	525
	Resorption, g . .	1224·2	20·51	128·2	285·3	781·3	29·4	6382
	„ Proz.	90·5	69·7	69·7	95·4	95·0	63·5	92·4

Im Vergleich zu den vorhergehenden Versuchsserien enthielten die Faeces der Bohnenserie in bedeutender Menge Speisereste, in denen ich bei näherer Prüfung unverdaute Bohnenteile erkannte. Solche fand ich bei beiden Kauarten. Ein Unterschied war nur darin zu bemerken, daß die in den Faeces vorkommenden Bohnenteile bei schlechtem Kauen größer als bei gutem Kauen waren.

Aus den Tabellen 17 und 18 habe ich nämlich, wie in den früheren Serien, das Verlustprozent berechnet. Die Resultate sind in Tabelle 19 angegeben.

Tabelle 19.

Das Verlustprozent in der Bohnenserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz		Eiweißstoffe		Ätherextraktivstoffe		Kohlehydrate		Asche		Kalorien	
Versuchsperson	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Schlechtes Kauen .	9·4	9·3	29·3	27·0	6·5	5·1	4·7	4·7	32·2	35·2	8·1	7·3
Gutes „ .	10·8	9·5	35·1	30·3	7·2	4·6	5·0	5·0	39·8	36·5	9·2	7·6

Mustern wir die Resultate der Resorption durch, so finden wir, daß Versuchsperson Nr. 1 von der Trockensubstanz 90·6 und 89·2 Proz. bei verschiedenartigem Kauen und Versuchsperson Nr. 2 90·7 und 90·5 Proz. resorbiert. Die entsprechenden Zahlen für die Kalorien sind 91·9 und 90·8 bzw. 92·7 und 92·4 Proz.

Bei der Durchsicht der umfangreichen Literatur über die Resorption fand ich zwar mehrere Arbeiten, in denen als Untersuchungsobjekte verschiedene Bohnenarten benutzt waren, aber Prausnitz[1] ist der einzige, der solche Bohnen wie ich verwendet hat. In seinen Versuchen wurden gekochte Bohnen mit Zusatz von Mehl und Butter verzehrt. Von der Trockensubstanz wurden bei Prausnitz nur 81·68 Proz. resorbiert. Der Unterschied ist gegenüber meinen Werten beträchtlich, aber auch die Versuchskost weicht bei uns ab, und über den Garheitsgrad der Bohnen in Prausnitz' Versuchen habe ich keine Angabe gefunden.

Im allgemeinen ist die beim Kochen von braunen Bohnen stattfindende Erweichung sehr verschieden. Es gibt Bohnen, die überhaupt nicht weich werden. Im Hinblick hierauf wird denn auch der Unterschied zwischen den Prausnitzschen und meinen Werten verständlich.

[1] W. Prausnitz, Die Ausnützung der Bohnen im Darmkanale des Menschen. *Zeitschr. f. Biol.* 1890. Bd. XXVI. S. 227.

Die Ausnutzung der Eiweißstoffe war für die Versuchsperson Nr. 1 bei schlechtem Kauen 70·7 Proz. und bei gutem Kauen 64·9 Proz. Für Versuchsperson Nr. 2 waren die Werte 73·0 und 69·7 Proz. In den Bohnenversuchen von Prausnitz betrug die Eiweißresorption 69·75 Proz., ein Wert, der sich gut unter die meinigen einreiht.

Das Resorptionsprozent der Ätherextraktivstoffe war bei Versuchsperson Nr. 1 93·5 und 92·8 und bei Versuchsperson Nr. 2 94·9 und 95·4.

Geeignetes Vergleichsmaterial über die Resorption der Kohlehydrate der Bohnenkost habe ich in der Literatur nicht gefunden. Die Forscher haben nur die Ausnutzung der Trockensubstanz und besonders der Eiweißstoffe beachtet. In meinen Versuchen wurden die Kohlehydrate von Versuchsperson Nr. 1 zu 95·3 und 95·0 Proz. und von Versuchsperson Nr. 2 zu ganz denselben Beträgen resorbiert.

Von der Asche resorbierte Versuchsperson Nr. 1 67·8 und 60·2 Proz. und Versuchsperson Nr. 2 64·8 und 63·5 Proz. Der Aschenwert Prausnitz' ist 71·7 Proz.

Das Resorptionsvermögen der beiden Versuchspersonen ist bei beiden Kauarten recht analog. Im allgemeinen resorbiert Versuchsperson Nr. 2 etwas besser als Versuchsperson Nr. 1.

Beim Vergleich der verschiedenen Kauarten könnte man auf die Vermutung kommen, daß das Resorptionsprozent bei gutem Kauen höher sei, da bei makroskopischer Untersuchung der Faeces kleinere Bohnenreste als bei schlechtem Kauen beobachtet wurden. Das ist indessen nicht der Fall, sondern für beide Versuchspersonen ist das Resorptionsprozent bei gutem Kauen etwas niedriger als bei schlechtem Kauen. Die Differenz zwischen der Trockensubstanz und den Kalorien ist bei verschiedenartigem Kauen für Versuchsperson Nr. 1 1·4 und 1·1 Proz. und für Versuchsperson Nr. 2 0·2 und 0·3 Proz., also ganz minimale Beträge.

6. Speckserie.

Für diese Versuchsserie wählte ich kalt geräucherte Schweinsseite, die so zäh war, daß daraus selbst beim besten Kauen nicht das breiförmige Kauprodukt entstand, das bei den früheren Versuchskosten, abgesehen von der Bohnenkost, erhalten worden war. Beim Kauen wurde der Speck allerdings zerkleinert und verwandelte sich in einen zerfetzten zähen Bindegewebsrest, der jedoch noch reichlich Fett enthielt. Von diesem Speck wurden im Tage 100 g verzehrt. Die übrige Kost bestand aus 100 g Weizenzwiebäcken, 100 g Roggenzwiebäcken, 400 g Kartoffeln, 60 g Zucker und 1000 ccm schwachem Tee.

In dieser Versuchsserie war die prozentuale Zusammensetzung und Menge der Nährstoffe nebst den Kalorien folgende:

N	1·79	Proz.	19·14 g
Eiweißstoffe	11·2	„	119·7 g
Ätherextraktivstoffe	18·3	„	195·3 g
Kohlehydrate	67·0	„	717·6 g
Asche	3·5	„	37·0 g
Kalorien	5249		

Da in der Speckserie überhaupt keine Butter zur Anwendung kam, wie in allen vorhergehenden Serien, blieb die tägliche Kalorienmenge der Serie sehr gering, 1749·7 Kalorien. Ein besonderes Hungergefühl verspürten die Versuchspersonen jedoch nicht, sondern sie betrachteten die verzehrte Nahrungsmenge als genügend.

Auch in dieser Serie wurden nur zwei Kauarten angewandt, die möglichst schlechte, wobei der Speck zerschnitten und in so großen Stücken hinuntergeschluckt wurde, wie es überhaupt möglich war, und die möglichst gute, wobei der mit dem Speck in den Mund genommene Zwieback sich vollständig in einen durch den Speichel erweichten Brei verwandeln konnte, so daß er notgedrungen verschluckt wurde, während die Reste des Speckstückes noch im Munde blieben.

Der erste Teil der Speckserie, schlechtes Kauen, wurde am 21. bis 23. III. 1927 ausgeführt. Die Resultate sind in Tabelle 20 zu finden.

Tabelle 20.
Speckserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	115·5	4·71	29·4	49·2	26·9	10·0	688
	Resorption, g	954·1	14·43	90·3	146·1	690·7	27·0	4561
	„ Proz.	89·2	75·4	75·4	74·8	96·2	73·0	86·9
2	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	90·2	3·52	22·0	27·3	30·4	10·5	469
	Resorption, g	979·4	15·62	97·7	168·0	687·2	26·5	4780
	„ Proz.	91·6	81·6	81·6	86·0	95·8	71·6	91·1
3	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	85·6	3·67	22·9	16·3	35·9	10·5	393
	Resorption, g	984·0	15·47	96·8	179·0	681·7	26·5	4856
	„ Proz.	92·0	80·9	80·9	91·6	95·0	71·6	92·5

Der zweite Teil der Speckserie, gutes Kauen, fand am 4. bis 6. IV. 1927 statt und zeigte die in Tabelle 21 angeführten Resultate.

Tabelle 21.

Speckserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	102·2	4·88	30·5	28·6	31·2	11·9	519
	Resorption, g	967·4	14·26	89·2	166·7	686·4	25·1	4730
	„ Proz.	90·4	74·5	74·5	85·3	95·6	67·8	90·1
2	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	64·9	3·16	19·8	12·4	25·0	7·7	299
	Resorption, g	1004·7	15·98	99·9	182·9	692·6	29·3	4950
	„ Proz.	93·9	83·4	83·4	93·6	96·5	79·2	94·3
3	Kost	1069·6	19·14	119·7	195·3	717·6	37·0	5249
	Faeces	64·1	2·63	16·4	12·0	28·1	7·6	294
	Resorption, g	1005·5	16·51	103·3	183·3	689·5	29·4	4955
	„ Proz.	94·0	86·3	86·3	93·8	96·1	79·4	94·4

Bei der Untersuchung der Faeces der Versuchspersonen fand ich darin zahlreiche Bindegewebsfetzen, die in den von dem schlechten Kauen herstammenden Faeces in bedeutend größerer Menge vorhanden waren.

Das aus den Tabellen 20 und 21 berechnete Verlustprozent ist zusammenfassend in Tabelle 22 veranschaulicht.

Tabelle 22.

Das Verlustprozent in der Speckserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz			Eiweißstoffe			Ätherextraktivstoffe		
Versuchsperson	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	10·8	8·4	8·0	24·6	18·4	19·1	25·2	14·0	8·4
Gutes „	9·6	6·1	6·0	25·5	16·6	13·7	14·7	6·4	6·2

(Fortsetzung).

	Kohlehydrate			Asche			Kalorien		
Versuchsperson	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	3·8	4·2	5·0	27·0	28·4	28·4	13·1	8·9	7·5
Gutes „	4·4	3·5	3·9	32·2	20·8	20·6	9·9	5·7	5·6

Vergleichen wir die verschiedenen Versuchspersonen, so finden wir, daß Versuchsperson Nr. 1 das Eiweiß und die Ätherextraktivstoffe bedeutend schlechter resorbiert als die Versuchspersonen Nr. 2 und 3, deren Resorptionsvermögen ungefähr das gleiche ist. Die Kohlehydrate resorbierte Versuchsperson Nr. 1 ebensogut wie die anderen Versuchspersonen.

Von der Trockensubstanz der Speckserie resorbierte Versuchsperson Nr. 1 89·2 und 90·4 Proz., Versuchsperson Nr. 2 91·6 und 93·9 Proz. und Versuchsperson Nr. 3 92·0 und 94·0 Proz. Zum Vergleich kann ich Rubners[1] Wert 91·5 Proz. erwähnen, wobei die Versuchsperson 100 g Speck sowie 600 g Fleisch und 450 g Brot verzehrte.

Die Resorption der Kalorien war für Versuchsperson Nr. 1 86·9 und 90·1 Proz., für Versuchsperson Nr. 2 91·1 und 94·3 Proz. und für Versuchsperson Nr. 3 92·5 und 94·4 Proz.

Die Resorption der Kohlehydrate ist in der Speckserie sehr gleichmäßig und verhältnismäßig gut. Versuchsperson Nr. 1 resorbierte 96·2 und 95·6 Proz., Versuchsperson Nr. 2 95·8 und 96·5 Proz. und Versuchsperson Nr. 3 95·0 und 96·1 Proz.

In der Speckserie ist namentlich die Resorption des Fettes von Interesse. Während die Fettausnutzung in den vorhergehenden Serien im allgemeinen recht gut und gleichmäßig war und keine größeren Schwankungen zeigte, finden wir, daß sie in der Speckserie niedriger ist und recht stark variiert, je nach der Gründlichkeit des Kauens. Dies beruht darauf, daß sich das Fett im Speck innerhalb des Gewebes befindet. Hierdurch treten, wie u. a. Pincussen[2] bemerkt, gewisse Schwierigkeiten ein, weil einerseits die Herauslösung des Fettes oft nur eine unvollkommene ist, anderseits auch durch das übrige Gewebe die Ausnutzung verschlechtert sein kann. Besonders die Resorption des von mir verwendeten geräucherten Speckes bleibt aus diesen Gründen relativ niedrig. Nach der Ansicht Pincussens verlangt der rohe Speck zur Freisetzung des nutzbaren Fettes eine sehr intensive Wirkung der Verdauungssäfte und wird dementsprechend, besonders wenn er nicht gut zerkaut und in großen Stücken heruntergeschluckt wird, nur schlecht ausgenutzt werden können. Erst durch Kochen und einigermaßen auch durch Braten wird der Speck der Wirkung der Verdauungssäfte besser ausgesetzt. Ist das Fett durch Schmelzen aus den Geweben herausgelöst, so beginnt sich das Resorptionsprozent desselben, 94·33, nach Lührig[3] dem von ihm konstatierten Resorptionsprozent 97·01 der

[1] Rubner, *Zeitschr. f. Biol.* 1879. Bd. XV. S. 174.

[2] L. Pincussen, Die Ausnutzung der Nährstoffe. *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere.* Bd. V. S. 299.

[3] Lührig, zit. nach Pincussen. Bd. V. S. 297.

Butter zu nähern. Namentlich die Versuche Rubners[1] zeigen gut, daß die Ausnutzung des Speckes bedeutend schlechter als die der Butter ist. Nach diesen Versuchen war das Verlustprozent, wenn 600 g Fleisch und 400 g Brot, sowie Speck oder Butter verzehrt wurden:

	Tr.-Subst.	N.-Subst.	Fett	Kohlehydr.	Asche
	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.
600 g Fleisch + 400 g Brot + 100 g Speck	8·5	12·1	17·4	1·6	28·5
600 g „ + 400 g „ + 200 g „	9·2	14·0	7·8	6·2	25·1
600 g „ + 400 g „ + 240 g Butter	6·7	11·3	2·7	6·2	20·0

In meinen Versuchen war die Resorption des Fettes für Versuchsperson Nr. 1 bei schlechtem Kauen 74·8 Proz. und bei gutem Kauen 85·3 Proz., also eine bedeutende Verbesserung. Für die Versuchsperson Nr. 2 und 3 waren die entsprechenden Werte 86·0 und 93·6 Proz. bzw. 91·6 und 93·8 Proz. Bei diesen ist ebenfalls eine deutliche Verbesserung der Resorption bei besser werdendem Kauen zu konstatieren, obwohl die Zunahme nicht ganz so groß wie bei Versuchsperson Nr. 1 ist.

Auch in der Resorption der Eiweißsubstanzen treten in der Speckserie Schwankungen auf. Für die Versuchsperson Nr. 1 ist das Eiweißresorptionsprozent 75·4 und 74·5 Proz. Bei Versuchsperson Nr. 2 beträgt es 81·6 und 83·4 Proz. und bei Versuchsperson Nr. 3 80·9 und 86·3 Proz. In den oben referierten Speckversuchen Rubners war die Resorption des Eiweißes 86·0 bis 87·9 Proz., Werte, denen nur diejenigen meiner Versuchsperson Nr. 3 nahekommen.

Von der Asche resorbierte Versuchsperson Nr. 1 73·0 und 67·8 Proz., Versuchsperson Nr. 2 71·6 und 79·2 Proz. und Versuchsperson Nr. 3 71·6 und 79·4 Proz. Der Aschenwert Rubners ist beim Verzehren von 100 g Speck mit Brot und Fleisch = 71·5 Proz.

In der Speckserie resorbierte Versuchsperson Nr. 1 im allgemeinen schlechter als die Versuchsperson Nr. 2 und 3.

Beim Vergleich der verschiedenen Kauarten finden wir, daß die Resorption bei allen Versuchspersonen mit dem Besserwerden des Kauens gesteigert wird. Diese Zunahme findet nicht gerade nennenswert und auch nicht sehr intensiv bei den Eiweißstoffen statt, aber die Ausnutzung des Fettes erhöht sich deutlich mit dem Besserwerden des Kauens. Namentlich bei Versuchsperson Nr. 1 ist diese Verbesserung überaus deutlich.

Während das gute Kauen die Resorption in den vorhergehenden Serien wenigstens nicht bemerkenswert verbessert hat, ist in dieser

[1] Rubner, *Zeitschr. f. Biol.* 1879. Bd. XV. S. 172 u. 176.

Serie eine Verbesserung der Resorption in bezug auf Fett zu konstatieren, und die Ursachen dazu sind in der sehr mangelhaften Zubereitung des in die Versuchskost aufgenommenen geräucherten Speckes zu suchen, wobei die Wirkung der Verdauungssäfte unvollständig bleibt, da eine unterstützende mechanische Zerkleinerung nicht in genügendem Grade stattgefunden hat.

7. Bananenserie.

Um unter meinen Versuchsserien eine solche zu haben, in der ein unzubereitetes, rohes, aber doch leicht verdauliches vegetabilisches Nahrungsmittel den Hauptfaktor darstellte, nahm ich hier Bananen zum Untersuchungsobjekt. Der wesentlichste Nahrungsbestandteil der Tagesportion der Bananenserie waren 600 g geschälte Jamaikabananen. Um die Kalorienmenge zu erhöhen, nahm ich dazu noch 100 g Weizenzwiebäcke, 100 g Roggenzwiebäcke, 100 g Butter und 60 g Zucker. Als Getränk verwendete ich, wie in den vorhergehenden Serien, 1000 ccm schwachen Tee.

In allen früheren Serien war die Nahrung schon vor dem Beginn des ersten Versuchs ausgewählt, abgewogen und zubereitet worden. Daher war sie bei Anwendung aller möglichen und notwendigen Konservierungsmittel in jedem Kauversuch unbedingt von gleicher Art und Menge. Diese qualitative und quantitative Gleichheit der Kost konnte ich aber in der Bananenserie in keiner Weise erzielen, denn die Bananen verändern sich ja in bezug auf ihre Beschaffenheit schon in einigen Tagen bedeutend. Trotzdem der Lieferant der Bananen Früchte derselben Sorte und desselben Reifegrades zu geben versuchte, konnte zwischen denselben doch ein bedeutender Unterschied bestehen. Aus diesem Grunde führte ich die Analyse der beiden verwendeten Bananenportionen getrennt aus, und die Analysenwerte wichen denn auch beträchtlich voneinander ab, wie aus den folgenden Zahlen gut zu ersehen ist.

	Trockensubst.	N	Eiweißsubst.	Ätherextr.-St.	Kohlehydrate
	g	g	g	g	g
Bananen I	127·2	0·53	3·3	1·1	117·7
Bananen II	160·4	0·77	4·8	0·7	149·6

Da die Bananen ein so weiches Nahrungsmittel sind, daß ihr Fleisch schon beim Hinunterschlucken einigermaßen platt gedrückt und infolgedessen bearbeitet wird, schien es mir nicht geboten, alle drei Kauarten in Anwendung zu bringen, sondern ich begnügte mich mit den äußersten, also der schlechten und der guten. Die Nährstoffzusammensetzung der

bei beiden Kauarten verzehrten Nahrungsmengen in Prozenten und Gramm, sowie die Kalorienmenge ergeben sich aus dem folgenden:

Schlechtes Kauen.

Stickstoff . .	1·06 Proz.	14·58 g
Eiweiß . . .	6·6 „	91·2 g
Fett	19·6 „	268·2 g
Kohlehydrate .	71·3 „	976·5 g
Asche . . .	2·5 „	34·3 g
Kalorien . .	6872	

Gutes Kauen.

Stickstoff . .	1·04 Proz.	15·30 g
Eiweiß . . .	6·5 „	95·7 g
Fett	18·2 „	267·0 g
Kohlehydrate .	72·9 „	1072·2 g
Asche . . .	2·4 „	34·9 g
Kalorien . .	7271	

Auf den Tag und die Versuchsperson kamen bei schlechtem Kauen 2290·7 und bei gutem Kauen 2423·7 Kalorien.

Der Betrag der Eiweißsubstanzen ist in dieser Serie niedriger als in den früheren Serien, und das rührt natürlicherweise von der Stickstoffarmut der angewandten Substanzen her.

Das erste, schlechte Kauen in der Bananenserie wurde am 5. bis 7. V. 1927 ausgeführt und gab die in Tabelle 23 mitgeteilten Resultate.

Tabelle 23.
Bananenserie. Schlechtes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1370·2	14·58	91·2	268·2	976·5	34·3	6872
	Faeces	112·3	5·51	34·4	27·9	38·5	11·5	558
	Resorption, g . .	1257·9	9·07	56·8	240·3	938·0	22·8	6314
	„ Proz.	91·8	62·3	62·3	89·6	96·0	66·5	91·9
2	Kost	1370·2	14·58	91·2	268·2	976·5	34·3	6872
	Faeces	97·3	4·41	27·6	10·5	47·0	12·2	404
	Resorption, g . .	1272·9	10·17	63·6	257·7	929·5	22·1	6468
	„ Proz.	92·9	69·7	69·7	96·1	95·2	64·4	94·1
3	Kost	1370·2	14·58	91·2	268·2	976·5	34·3	6872
	Faeces	91·2	3·77	23·6	11·2	47·2	9·2	395
	Resorption, g . .	1279·0	10·81	67·6	257·0	929·3	25·1	6477
	„ Proz.	93·3	74·1	74·1	95·8	95·2	73·2	94·2

Das zweite, gute Kauen in der Bananenserie fand am 10. bis 12. V. 1927 statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 24 angeführt.

Tabelle 24.

Bananenserie. Gutes Kauen.

Versuchsperson Nr.		Trockensubstanz g	N g	Eiweißstoffe g	Ätherextraktivstoffe g	Kohlehydrate g	Asche g	Kalorien
1	Kost	1469·8	15·30	95·7	267·0	1072·2	34·9	7271
	Faeces	108·2	5·62	35·1	15·8	45·2	12·1	476
	Resorption, g	1361·6	9·68	60·6	251·2	1027·0	22·8	6795
	„ Proz.	92·6	63·3	63·3	94·1	95·8	65·3	93·4
2	Kost	1469·8	15·30	95·7	267·0	1072·2	34·9	7271
	Faeces	109·8	4·90	30·6	12·8	52·7	13·7	461
	Resorption, g	1360·0	10·40	65·1	254·2	1019·5	21·2	6810
	„ Proz.	92·5	68·0	68·0	95·2	95·1	60·7	93·6
3	Kost	1469·8	15·30	95·7	267·0	1072·2	34·9	7271
	Faeces	108·1	4·44	27·8	19·3	45·1	15·9	478
	Resorption, g	1361·7	10·86	67·9	247·7	1027·1	19·0	6793
	„ Proz.	92·6	71·0	71·0	92·8	95·8	54·4	93·4

Aus den Tabellen 23 und 24 habe ich das Verlustprozent berechnet und die gefundenen Resultate in Tabelle 25 zusammengestellt.

Tabelle 25.

Verlustprozent in der Bananenserie bei verschiedenartigem Kauen.

	Trockensubstanz			Eiweißstoffe			Ätherextraktivstoffe		
Versuchsperson	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	8·2	7·1	6·7	37·7	30·3	25·9	10·4	3·9	4·2
Gutes „	7·4	7·5	7·4	36·7	32·0	29·0	5·9	4·8	7·2

(Fortsetzung).

	Kohlehydrate			Asche			Kalorien		
Versuchsperson	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Schlechtes Kauen	4·0	4·8	4·8	33·5	35·6	26·8	8·1	5·9	5·8
Gutes „	4·2	4·9	4·2	34·7	39·3	45·6	6·6	6·4	6·6

Wie ich schon oben hervorhob, waren die bei den verschiedenen Kauarten angewandten Bananen nicht völlig gleichartig. Die bei dem guten Kauen gebrauchten enthielten bedeutend mehr Nährstoffe. Darum wurde die angewandte Kalorienmenge bei dieser Kauart erheblich größer als bei schlechtem Kauen. In allen anderen Versuchsserien wurde in jedem betreffenden Kauversuch qualitativ und quantitativ dieselbe Versuchskost verwendet. Infolgedessen können die Resorptionsergebnisse bei den verschiedenen Kauarten der Bananenserie nicht ganz in demselben Sinn miteinander verglichen werden wie die Resultate der anderen Versuchsserien.

Die Ausnutzung der Bananen hängt in hohem Grade von ihrem Reifestadium ab. Die halbrohen Bananen enthalten viel Stärke, zu etwa $^1/_4$ ihrer Kohlehydratmenge, und sind darum schlechter verdaulich. Beim Reifen wandelt sich die Stärke der Bananen zum großen Teil in Zucker um, und dann wird die Ausnutzung der Bananen eine bessere. Nach Thomas[1] treten von dem Bruttonährwert halbreifer Bananen etwa 22 Proz. in den Faeces auf. Die entsprechenden in den Faeces auftretenden Prozentzahlen reifer und überreifer Bananen sind 8·93 und 11·04.

Nach Versuchen, die in der Klinik v. Noordens ausgeführt wurden, sind beim Verzehren von 800 g völlig reifer geschälter Bananen nur 0·9 g von den Kohlehydraten in den Faeces wiederzufinden.[2] Die Resorption ist also sehr vollkommen.

In den Versuchen von Jaffa[3] war das Verlustprozent folgendes:

Kohlehydrate außer Rohfasern	3·00 Proz.
Kalorien	9·34 „
N	23·96 „

Da die von mir verwendeten Bananen jedenfalls reif waren und ungefähr denselben Reifegrad hatten, glaube ich doch, daß die Resultate meiner Versuche wenigstens einigermaßen miteinander verglichen werden können. Bei der Versuchsperson Nr. 1 erhöht sich die Resorption beim Besserwerden des Kauens, und zwar beträgt diese Zunahme für die Trockensubstanz 0·8 Proz. und für die Kalorien 1·5 Proz. Bei den Versuchspersonen Nr. 2 und 3 dagegen findet eine Verschlechterung statt, bei Versuchsperson Nr. 2 in der Resorption der Trockensubstanz um 0·4 Proz. und in der der Kalorien um 0·5 Proz. Die entsprechenden Zahlen für Versuchsperson Nr. 3 sind 0·7 und 0·8 Proz.

[1] K. Thomas, Die Banane als Volksnahrungsmittel. *Archiv f. Physiol.* 1910. Suppl. S. 27.

[2] Zit. nach Pincussen. a. a. O. S. 324.

[3] Jaffa, zit. nach Pincussen. a. a. O. S. 324.

IV. Mittelwertergebnisse in den verschiedenen Serien.

Bei allen physiologischen Versuchen und den sich daran anschließenden quantitativen Analysen entsteht immer ein zur Sache gehöriger Versuchsfehler. Bei den quantitativen Analysen läßt sich der Umfang dieses Versuchsfehlers ungefähr bestimmen. Anders verhält es sich, wenn sich an eine solche quantitative Analyse ein sehr langdauernder und komplizierter Verdauungsprozeß anfügt, bei dem mehrere verschiedene Enzyme und außerdem noch eine große Menge unberechenbarer Faktoren, wie Bewegung, Überanstrengung, Stimmung und mancherlei Zustände im Nervensystem mitwirken. Alle diese beeinflussen auf ihre Weise den Verlauf der Verdauung und dadurch mittelbar auch den schließlichen Betrag des Versuchsfehlers.

Um diesen Versuchsfehler einigermaßen ausgleichen zu können, habe ich aus den Resorptionsprozenten der Versuchspersonen den Mittelwert berechnet, um zu sehen, auf welche Weise die Wirkung des Kauens in einem solchen, von allen Versuchspersonen zusammen gelieferten Resultat zutage tritt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 26 zusammengefaßt.

Tabelle 26.

Mittelwert des Resorptionsprozents sämtlicher Versuchspersonen bei verschiedenartigem Kauen.

Versuchsserie	Art des Kauens	Trockensubstanz	Eiweißstoffe	Ätherextraktivstoffe	Kohlehydrate	Asche	Kalorien
Kartoffelserie . . .	schlecht	95·7	79·4	96·8	97·8	85·7	96·4
	gewöhnlich	94·9	79·5	97·0	96·5	83·9	95·8
	gut	95·7	79·7	97·3	97·5	85·6	96·5
Roggenzwiebackserie	schlecht	91·2	83·0	95·5	92·2	73·8	92·8
	gewöhnlich	91·3	83·1	95·4	92·4	73·2	92·9
	gut	91·6	82·3	95·3	93·0	73·9	93·0
Weizenzweibackserie	schlecht	95·9	83·7	97·2	97·5	63·4	96·5
	gewöhnlich	96·1	85·4	97·6	97·8	68·0	97·0
	gut	96·8	86·2	97·5	98·3	72·4	97·2
Rindfleischserie . .	schlecht	95·7	93·3	97·2	97·0	80·9	96·5
	gewöhnlich	96·0	94·1	97·2	97·1	81·1	96·7
	gut	96·5	94·5	97·7	97·5	86·3	97·1
Bohnenserie	schlecht	90·7	71·9	94·2	95·3	66·3	92·3
	gut	89·9	67·3	94·1	95·0	61·9	91·6
Speckserie	schlecht	90·9	79·3	84·1	95·7	72·1	90·2
	gut	92·8	81·4	90·9	96·1	75·5	92·9
Bananenserie . . .	schlecht	92·7	68·7	93·8	95·5	68·0	93·4
	gut	92·6	67·4	94·0	95·6	60·1	93·4

Mustern wir die Tabelle 26 durch, so finden wir schon bei einem flüchtigen Überblick, daß die Resorptionsprozente bei den verschiedenen Kauarten im allgemeinen recht wenig schwanken. Im folgenden vergleiche ich nur die durch das schlechte und das gute Kauen verursachten Schwankungen des Resorptionsprozents.

Bei der Durchsicht der Kartoffelserie bemerken wir, daß die Resultate des schlechten und des guten Kauens einander so nahe stehen, daß die größte Differenz bloß 0·5 Proz. beträgt. Diese Differenz tritt in den Ätherextraktivstoffen auf, und die bessere Resorption kommt auf Rechnung des guten Kauens. In der Resorption der Trockensubstanz ist kein Unterschied zu konstatieren. In der Resorption der Eiweißstoffe beobachtet man eine Verbesserung um 0·3 Proz. und in der der Kohlehydrate eine ebenso große Verschlechterung bei besser werdendem Kauen. Was die Resorption der Kalorien betrifft, ist das Resorptionsergebnis des guten Kauens nur um 0·1 Proz. besser als das des schlechten Kauens. Diese Resultate zeigen nicht, daß das verbesserte Kauen das Resorptionsprozent erhöhte. Die Differenzen zwischen den beiden Kauarten sind so gering, daß sie mir innerhalb der Fehlergrenzen zu liegen scheinen.

Bei dem guten Kauen der Roggenzwiebackserie beträgt die Verbesserung der Resorption der Trockensubstanz 0·4 Proz. In der Resorption der Eiweißstoffe trat eine Verschlechterung um 0·7 Proz. und in der Resorption der Ätherextraktivstoffe eine solche um 0·2 Proz. ein. In der Resorption der Kohlehydrate ist eine Verbesserung um 0·8 Proz. und in der Resorption der Kalorien eine solche um 0·2 Proz. zu finden. In dieser wie in der vorhergehenden Serie erfolgen die Schwankungen der Resorptionsprozente der Nährstoffe nach beiden Seiten, und die Unterschiede sind im allgemeinen so klein, daß sie, wie mir scheint, innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler fallen dürften.

In der Weizenzwiebackserie ist zu beobachten, daß das Resorptionsprozent aller Bestandteile der Kost bei gutem Kauen steigt. Allerdings ist diese Verbesserung unbedeutend. Die Differenz zugunsten des guten Kauens ist für die Resorption der Trockensubstanz 0·9 Proz., der Eiweißstoffe 2·5 Proz., der Ätherextraktivstoffe 0·3 Proz., der Kohlehydrate 0·8 Proz. und der Kalorien 0·7 Proz.

In der Rindfleischserie gehen die Resultate in derselben Richtung wie in der Weizenzwiebackserie. Bei gutem Kauen sind folgende Verbesserungen der Resorption zu finden: in der Resorption der Trockensubstanz 0·8 Proz., der Eiweißstoffe 1·2 Proz., der Ätherextraktivstoffe 0·5 Proz., der Kohlehydrate 0·5 Proz. und der Kalorien 0·6 Proz.

In den beiden zuletzt erwähnten Serien bemerkt man, daß das Resorptionsprozent bei gutem Kauen zunimmt. Dieser Unterschied ist jedoch so gering, daß schwer zu sagen ist, ob er auf verbesserter Resorption oder auf ungenauer Abgrenzung der Faeces oder anderen Versuchsfehlern beruht.

In der Bohnenserie findet eine Verschlechterung der Resorption bei gutem Kauen statt. Diese Verschlechterung beträgt in der Resorption der Trockensubstanz 0·8 Proz., der Eiweißstoffe 4·6 Proz., der Ätherextraktivstoffe 0·1 Proz., der Kohlehydrate 0·3 Proz. und der Kalorien 0·7 Proz. Die Resultate dieser Serie sind denen der zwei vorhergehenden völlig entgegengesetzt. Auch hier ist schwer zu sagen, ob die Verschlechterung auf einer möglicherweise durch das gute Kauen verursachten verschlechterten Resorption oder auf einer ungenauen Abgrenzung der Faeces oder anderen Versuchsfehlern beruht.

Erst in der Speckserie bemerken wir bei den verschiedenen Kauarten einen größeren Unterschied zugunsten des guten Kauens. Diese Verbesserung stellte sich in der Resorption der verschiedenen Nährstoffe folgendermaßen dar: in der Resorption der Trockensubstanz 1·9 Proz., der Eiweißstoffe 2·1 Proz., der Ätherextraktivstoffe 6·8 Proz., der Kohlehydrate 0·4 Proz. und der Kalorien 2·7 Proz. Wie mich dünkt, verursacht in dieser Versuchsserie das gründliche Kauen eine deutliche Verbesserung der Resorption, und zwar ist diese Verbesserung außerordentlich bemerkenswert in der Resorption des Fettes.

In der Bananenserie gehen die durch das gute Kauen hervorgerufenen Schwankungen der Resorptionsergebnisse folgendermaßen vor sich: in der Resorption der Trockensubstanz ist eine Verschlechterung um 0·1 Proz. und ähnlich in der der Eiweißstoffe eine solche um 1·3 Proz. zu konstatieren. In der Resorption der Ätherextraktivstoffe eine Verbesserung um 0·2 Proz. und in der der Kohlehydrate um 0·1 Proz. In der Resorption der Kalorien ist keine Veränderung sichtbar. Auch in dieser Versuchsserie ist nicht festzustellen, daß die Resorption durch das verschiedenartige Kauen beeinflußt würde.

Mustert man die von dem gewöhnlichen, normalen Kauen gelieferten Resorptionswerte in Tabelle 26 durch, so findet man, daß sie zwischen den Werten stehen, die die beiden extremen Kauarten in der Roggenzwieback-, Weizenzwieback- und Rindfleischserie geben, während in der Kartoffelserie die Resorption bei gewöhnlichem Kauen schlechter als bei den beiden extremen Kauarten ist.

Aus Tabelle 26 habe ich die Mittelwerte des Resorptionsprozents sämtlicher Versuchsserien bei schlechtem und gutem Kauen berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 27 mitgeteilt.

Tabelle 27.

Mittelwerte der Resorptionsprozente sämtlicher Versuchsserien.

	Trocken-substanz	Eiweiß-stoffe	Äther-extraktiv-stoffe	Kohle-hydrate	Asche	Kalorien
	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.
Schlechtes Kauen	93·2	79·9	94·1	95·8	72·9	94·0
Gutes Kauen . .	93·7	79·8	95·2	96·1	73·7	94·5

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Resorption der Kalorien bei gutem Kauen um 0·5 Proz. und die der Ätherextraktivstoffe um 1·1 Proz. größer als bei schlechtem Kauen ist. Für die Kohlehydrate beträgt die Verbesserung 0·3 Proz., aber in der Resorption der Eiweißstoffe tritt dagegen eine Verschlechterung um 0·1 Proz. auf. Hier richtet sich die Aufmerksamkeit vor allem auf die Resorption der Ätherextraktivstoffe, und diese Verbesserung dürfte davon herrühren, daß auf dieses Mittelwertergebnis die in der Speckserie wahrzunehmende, durch das gute Kauen verursachte Erhöhung des Resorptionsprozents des Fettes einwirkt. Aus diesem Grund habe ich denn auch in der Mittelwerttabelle 28 die Speckserie unberücksichtigt gelassen.

Tabelle 28.

Mittelwerte der Resorptionsprozente aller Serien außer der Speckserie.

	Trocken-substanz	Eiweiß-stoffe	Äther-extraktiv-stoffe	Kohle-hydrate	Asche	Kalorien
	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.
Schlechtes Kauen	93·6	80·0	95·8	95·9	73·0	94·6
Gutes Kauen . .	93·8	79·6	96·0	96·1	73·4	94·8

In Tabelle 28 beträgt die Zunahme des Resorptionsprozents der Kalorien, Kohlehydrate und Ätherextraktivstoffe bei gutem Kauen also nur 0·2 Proz. In der Resorption der Eiweißstoffe findet man dagegen eine Verschlechterung um 0·4 Proz. Diese Differenzen sind so unbedeutend, daß man sie innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler verweisen darf.

V. Besprechung der Versuchsergebnisse.

Bei der Ausführung von Resorptionsuntersuchungen wird als resorbierter Nährstoff im allgemeinen der Unterschied gerechnet, den man erhält, wenn man von den Bestandteilen der verzehrten Nahrung die Bestandteile der Faeces abzieht. In dieser Weise sind alle die Forscher verfahren, die den Einfluß des Kauens auf die Resorption studiert haben. Dieselbe Berechnungsweise ist auch allgemein in anderen Resorptionsarbeiten angewandt worden, und ebenso habe auch ich meine Ergebnisse berechnet.

Die so gefundene Menge der resorbierten Nahrung oder das berechnete Resorptionsprozent ist natürlich nur ungefähr richtig, denn bei dieser Berechnungsweise sind überhaupt nicht die Fehler berücksichtigt, die die Tätigkeit der Verdauungsorgane für die Methode mit sich bringt. Wahrscheinlich werden die Menge und das Resorptionsprozent der resorbierten Nahrung auf diese Weise kleiner, als es sich in Wirklichkeit mit ihnen verhält, denn die Bestandteile der Faeces sind ja keine reinen Nahrungsreste oder unresorbierte Zerfallsprodukte der Nahrung, sondern vielmehr zum beträchtlichen Teil andere Stoffe. Die Zusammensetzung der Faeces ist sehr mannigfaltig. Es finden sich in ihnen unverdaute Nahrungsstoffe, unaufgesogene Verdauungsprodukte, Fäulnis- und Gärungsprodukte, ungelöste Epithelzellen des Darmkanals, Reste von Verdauungssäften und Enzymen, verschiedenerlei Exkrete und reichlich Bakterien. Namentlich die Bakterien bilden schon allein einen großen Teil von der Menge der Faeces. Nach Lissauer[1], Strasburger, Schittenhelm und Tollens[2] treten in der Trockensubstanz der Faeces Bakterien zu 4·2 bis 42·0 Proz. auf, je nach der Beschaffenheit der Nahrung und der Tätigkeit des Darmkanals.

Da es in der Praxis unmöglich ist, die Faeces so zu analysieren, daß wir dadurch die Menge der unresorbierten Nährstoffe genau berechnen könnten, müssen wir uns mit dieser ungenauen Bestimmungsweise der resorbierten Nährstoffe und den von ihr gelieferten relativen Werten begnügen. Aus demselben Grunde habe auch ich meine Berechnungen mit dieser meiner Ansicht nach unbefriedigenden Methode ausgeführt.

Gerade im Bewußtsein der Mängel der von mir angewandten Methode scheint es mir angebracht, die Faktoren durchzumustern, die auf die Ausnutzung der Nahrung einwirken, und auch darüber zu berichten,

[1] M. Lissauer, Über den Bakteriengehalt der menschlichen und tierischen Faeces. *Archiv f. Hyg.* 1906. Bd. LVIII. S. 136.

[2] Strasburger, Schittenhelm und Tollens, zit. nach M. Schreuer, Die Kotbildung, Zusammensetzung und Chemie der Faeces. *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere.* Herausgegeben von C. Oppenheimer. 1924. Bd. V. S. 383.

woraus sich die Faeces bilden, was sie sind und welche Schlußfolgerungen aus den Faecesanalysen gezogen werden können. Besonders darum, weil Forscher, die früher den Einfluß des Kauens untersucht haben, meines Erachtens der Zusammensetzung der Faeces und den daraus zu ziehenden Schlüssen nicht in genügendem Maße gründlichere Aufmerksamkeit geschenkt haben, scheint es mir in diesem Zusammenhang geboten, genauer auf diese Dinge einzugehen.

Als erste und sehr wichtige Tatsache ist zu beachten, daß der größte Teil der Faeces überhaupt kein resorptionsfähiger Nahrungsrest ist, sondern daß die wirklichen nicht resorbierten, aber dennoch resorbierbaren Reste der Nahrung nur einen kleinen Teil der Faeces ausmachen.

Auf die möglichst vollständige Resorption der Nahrung wirken mehrere Faktoren ein. Erstens muß die Nahrung in adäquater Beziehung zu dem betreffenden Organismus stehen, d. h. der Organismus muß solche Enzyme oder andere Mittel besitzen, die die Nahrung in resorbierbare Form verwandeln. Fehlt diese Beziehung, dann ist der Nährstoff für den Körper mehr oder weniger nutzlos. Zweitens muß die Nahrung in solcher Form vorhanden oder so zubereitet sein, daß die Fermente des Organismus leicht darauf wirken können. Besonders die Stützgewebe und Zellmembranen der Pflanzenstoffe stellen für die Einwirkung der Verdauungssäfte oft ein so schwieriges Hindernis dar, daß die von ihnen umgebenen oder eingeschlossenen Nährstoffe zum großen Teil unverdaut den Verdauungskanal passieren. Drittens ist von großer Wichtigkeit die Zeit, während der der Organismus in der Lage ist, auf einen Nährstoff einzuwirken. Namentlich bei krankhaften Zuständen und auch bei veränderten physiologischen Verhältnissen kann sich diese Kontaktzeit abkürzen, und alsdann kann sich natürlicherweise die Ausnutzung der Nahrung vermindern. Schließlich kann nach Schreurer auch die Menge der Nahrung auf die Aufsaugung der Nahrung einwirken, denn sogar sehr geeignete Nährstoffe können, in großen Mengen verwendet, den Verlauf der Resorption stören.

In diesem Zusammenhang kann auch erwähnt werden, daß nach R. Tigerstedt die aus dem Organismus selbst herstammende, als Produkt des Stoffwechsels in den Faeces auftretende tägliche N-Menge 0·5 bis 1·4 g und die entsprechende Menge der Ätherextraktivstoffe 3 bis 7 g beträgt. Die in den Faeces vorkommende N-Menge ist nach demselben Forscher 2 bis 8 Proz. von dem genossenen animalischen und 15 bis 48 Proz. von dem vegetabilischen Stickstoff. Wenn die tägliche N- oder Ätherextraktivstoffmenge in den Faeces die genannten Grammbeträge nicht überschreitet, ist die Nahrung nach der Ansicht Tigerstedts entweder größtenteils oder ganz vollständig aufgesaugt worden.

Da die Faeces, wie ich schon oben erwähnt habe, zum größten Teil Abscheidungsprodukt des Verdauungskanals, Bakterien usw. und Schlacken sind, die der Organismus nicht auszunutzen vermag, so erhebt sich natürlich die Frage, inwieweit die Faeces diese Stoffe enthalten.

Meine Betrachtung muß hierbei von der Faecesart ausgehen, der man den Namen Hungerfaeces gegeben hat, und die nur aus den Exkreten des Verdauungskanals, besonders der Galle und abgelösten Epithelzellen entstanden ist. In den Versuchen von Fr. Müller[1] produzierten zwei Hungerkünstler pro Tag 3·8 und 2·0 g Trockensubstanz in den Faeces. Diese Trockensubstanz enthielt 8·3 und 5·65 Proz. Stickstoff, Ätherextraktivstoffe 3·55 und 2·84 Proz., sowie 12·47 und 12·57 Proz. Asche.

Wird einer Versuchsperson eine mäßige Menge Fleisch dargereicht, so sind die Faeces qualitativ von sehr ähnlicher Art wie die Hungerfaeces. Die täglichen Mengen dieser sogenannten Fleischfaeces nehmen nicht nennenswert zu. Nach Fr. Müller[2] wurden die Faeces seiner Versuchsperson infolge einer täglichen Fleischportion von 500 bis 600 g nur um 2 g größer als die Hungerfaeces. Diese Zunahme der Faeces ist überraschend gering. Außerdem erhöht sich die Zunahme der Faeces überhaupt nicht parallel mit der Vermehrung des Fleisches. Die Ursache zu dieser interessanten Erscheinung ist denn auch darin zu suchen, daß das Fleisch so vollständig wie möglich resorbiert wird, und daß die Zunahme der Faeces ausschließlich von den Produkten des Stoffwechsels und der Bakterienflora herrührt. Die Untersuchungen von Voigt[3] und Rieder[4] zeigen auch, daß es sich so verhält.

Der Stickstoffgehalt der Fleischfaeces ist nach Frenzel und Schreuer[5] im Mittel gleich 8·33 Proz. Ätherextraktivstoffe sind durchschnittlich 12·72 Proz. vorhanden. Dieses Fett der Fleischfaeces rührt nach der Ansicht Frenzels und Schreuers nicht von der Nahrung, sondern von der Tätigkeit der Verdauungsdrüsen her. Es finden sich darin außer Neutralfetten und flüchtigen Fettsäuren auch Cholesterin, Lecithin und Cholsäure. — Der Aschengehalt der Fleischfaeces ist nach denselben Forschern etwa 13 bis 16 Proz.

---

[1] Fr. Müller, Untersuchungen an zwei hungernden Menschen. *Arch. f. Path.* (Virchow). Bd. XXXI. Suppl. S. 17, 67, 106, 108 u. 109.

[2] Fr. Müller, Über den normalen Kot des Fleischfressers. *Zeitschr. f. Biol.* 1884. Bd. XX. S. 327.

[3] C. Voit, zit. nach Schreuer. S. 350.

[4] H. Rieder, Bestimmung der Menge des im Kote befindlichen, nicht von der Nahrung herrührenden Stickstoffes. *Zeitschr. f. Biol.* 1884. Bd. XX. S. 378.

[5] J. Frenzel und M. Schreuer, Verbrennungswärme und physiologischer Nutzwert der Nährstoffe. *Arch.* (*Anat.*) *Physiol.* 1901. S. 284; 1902. S. 282; 1903. S. 460.

Fügt man zu der oben angegebenen Fleischnahrung etwas Butter, Schmalz oder Zucker hinzu, so sind die daraus gebildeten Faeces sowohl ihrer Menge als ihrer Beschaffenheit nach ungefähr von derselben Art wie die Fleischfaeces. Es gibt noch eine ganze Anzahl anderer Nährstoffe, die nach Praußnitz[1] so vollständig resorbiert werden, daß sie nicht nennenswert auf die Beschaffenheit oder die Menge der Faeces einwirken. Solche möglichst vollständig verdauliche und aufsaugbare Nahrungsstoffe sind z. B. gut gekochter Reis, aus feinem Weizenmehl gebackene Zwiebäcke, auf geeignete Weise zubereitetes Fleisch, Eier, gewisse animalische und vegetabilische Fette usw. Im allgemeinen besteht zwischen dem vegetabilischen und animalischen Ursprung der Nahrung kein Unterschied, wenn nur die Form und Beschaffenheit der Kost derartig sind, daß die Verdauungssäfte gut auf dieselbe einwirken können. Werden diese Nahrungsmittel aber in unmäßiger Menge gegeben, so kann ihre Überreichlichkeit Veränderungen in der Beschaffenheit der Faeces verursachen, und zwar in dem Grade, daß Diarrhöe entstehen kann. Wenn die optimale Leistungsfähigkeit der Verdauungsorgane nicht überschritten wird, und wenn die Kost in der erforderlichen Form zubereitet ist, entsteht aus solcher geeigneter gemischter Kost eine Faecesart, die Normalfaeces genannt wird. Diese Normalfaeces bestehen ausschließlich oder fast ausschließlich aus Resten der Verdauungssäfte und Abscheidungen der Darmwände und natürlicherweise aus Bakterien und sind ganz oder fast frei von Nahrungsresten.

Nach Verabreichung von Normalfaeces ergebender Kost an seine Versuchspersonen analysierte Praußnitz die erhaltenen Faeces und konstatierte, daß diese eine ziemlich konstante Menge Stickstoff, Ätherextrakt und Asche enthielten. Stickstoff war 8 bis 9 Proz. oder durchschnittlich 8·65 Proz., Ätherextrakt 12 bis 18 Proz. oder durchschnittlich 16·39 Proz. und Asche 11 bis 15 Proz. oder durchschnittlich 13·82 Proz. vorhanden. Im allgemeinen stehen diese Zahlen den für Fleischfaeces gefundenen Werten sehr nahe. Nur die Prozentzahl des Ätherextrakts ist höher und weicht stärker von den Werten für die Fleischfaeces ab.

Eine Sonderstellung nimmt als Faecesbildner die Milch ein. Im voraus könnte man gut die Annahme machen, daß die Milch beim erwachsenen Menschen auf dieselbe Weise wie das Fleisch resorbiert würde, bei dem die von den Faeces gebildete Trockensubstanzmenge nicht parallel der verzehrten Fleischmenge ist, wie dies Voigt und

[1] W. Praußnitz, Die chemische Zusammensetzung des Kotes bei verschiedenartiger Ernährung. *Zeitschr. f. Biol.* 1897. Bd. XXXV. S. 335.

Rieder gezeigt haben. Diese Annahme trifft aber nicht zu. Rubner[1] hat konstatiert, daß die Trockensubstanz der Faeces um so mehr zunimmt, je mehr Milch der Erwachsene verzehrt. Seine Resultate sind folgende:

Milch im Tage, g	Trockensubstanz in den Faeces, g
1025	11·4
2050	22·5
4100	50·0

Dieser Parallelismus zwischen der verzehrten Milch und der Trockensubstanz der daraus gebildeten Faeces tritt deutlich nur bei Erwachsenen hervor, für die Milch in der Tat nicht vollständig resorbierbar ist. Die reichlichen Kalksalze in der Milch sind für die Erwachsenen nicht so wichtig wie für Säuglinge. In der Trockensubstanz der Milchfaeces des Erwachsenen finden sich denn auch etwa $^1/_3$, ja noch mehr anorganische Stoffe, vor allem Kalksalze, und diese schlecht resorbierbaren Salze sind es auch hauptsächlich, die den Parallelismus zwischen der verzehrten Milchmenge und den Faeces verursachen.

Die Milch bildet gewissermaßen die Übergangsform zu den schwerer verdaulichen Nährstoffen. Die Bindegewebe, Sehnen, Knorpel, Knochenpartikel usw. in der animalischen und die Fruchtkerne, Beerenschalen, Stützgewebe der Pflanzen, die Zellulose in der vegetabilischen Nahrung gehen im großen ganzen unverdaut durch den Darmkanal ab. Infolge der Beschaffenheit und Menge dieser Substanzen bilden sich auch mehr Faeces als aus leicht verdaulicher Nahrung. Aber außerdem können diese unverdaulichen Bestandteile der Nahrung noch solche Nährstoffe in sich schließen, die, wenn frei, gut verdaut und resorbiert werden würden. Besonders in der vegetabilischen Nahrung gibt es massenhaft solche für die Verdauungssäfte schwer erreichbare Nährstoffe. Unsere Hauptnahrung, das Roggenbrot, falls es nicht aus allerfeinstem und -reinstem Mehl hergestellt ist, enthält reichlich in den Zellmembranen eingeschlossene Stärke und Eiweißsubstanz, die sich leicht der Einwirkung der Verdauungssäfte entziehen können. Solche Bestandteile finden sich natürlich unverdaut in den Faeces wieder.

Da in der schwer und unvollständig verdaulichen, besonders vegetabilischen Nahrung reichliche Bestandteile enthalten sind, die nicht in adäquater Beziehung zum Verdauungsapparat stehen oder von inadäquaten Substanzen umgebene und infolgedessen schwer resorbier-

[1] M. Rubner, Milchnahrung bei Erwachsenen. *Zeitschr. f. Biol.* 1898. Bd. XXXVI. S. 56.

bare Nährstoffe sind, ist es natürlich, daß sich die aus solcher Nahrung entstehenden Faeces bedeutend von den Normalfaeces unterscheiden. Sie besitzen nicht als hauptsächlicheren Teil die von dem Verdauungsapparat gelieferten Produkte, sondern die Nahrungsreste bilden schon einen hervorragenden Teil von der Trockensubstanz der Faeces.

Da wir aus dem Obigen wissen, daß eine ziemliche Menge Nahrungsstoffe so vollständig verdaulich und resorbierbar sind, daß ihre Reste jedenfalls nicht in erwähnenswerter Menge in den Faeces auftreten, wenn gewöhnliches Essen, d. h. Kauen zur Anwendung kommt, könnte man fast schon a priori vermuten, daß auch möglichst gutes Kauen das Resorptionsergebnis nicht erheblicher verbessern könne.

Wenn sich bei dem schlechten Kauen dieser Gruppe niedrigere Resorptionswerte ergäben, würde das Resultat für die Unvorteilhaftigkeit des schlechten Kauens zeugen.

Beim Verzehren schlecht und unvollständig verdaulicher Nahrungsstoffe könnte man eine Steigerung der Resorption durch die Einwirkung des Kauens erwarten. Wenn auch in dieser Gruppe bei besser werdendem Kauen keine Verbesserung der Resorption zu konstatieren ist, dann ist die im Magen und Darmkanal stattfindende Digestionstätigkeit so vollständig, daß sie die Hilfe, die das verbesserte Kauen leistet, bedeutend überschreitet. Wenn hinwieder die Resorptionswerte bei verbessertem Kauen ansteigen, spielt das Kauen sicher eine beträchtliche Rolle bei der Digestionstätigkeit.

Nach der oben vorgeführten Faeceseinteilung — Hunger-, Fleisch-, Normal- sowie aus schwer und unvollständig verdaulicher Nahrung entstandene Faeces — dürften die in meinen Versuchen angewandten Kostserien zu den zwei letzten gehören. Die Kartoffel-, die Weizenzwieback- und die Rindfleischserie müßten am ehesten Normalfaeces geben. Die Roggenzwieback-, die Bohnen-, die Speck- und die Bananenserie dagegen gehören zu denen mit schwer und unvollständig verdaulicher Kost.

Hiernach müßte in den drei erstgenannten Versuchsserien die Trockensubstanzmenge der Faeces relativ klein sein. Das Stickstoff-, das Ätherextrakt- und das Aschenprozent müßten den Werten der Praußnitzschen Normalfaeces nahe stehen. In den zuletzt erwähnten Serien hinwieder müßte die Trockensubstanzmenge der Faeces beträchtlich größer sein.

In Tabelle 29 finden wir die Trockensubstanzmenge der 3tägigen Faeces der verschiedenen Versuchsserien sowie den N-, Ätherextrakt- und Aschengehalt derselben Trockensubstanzen in Prozenten.

Was die Trockensubstanz der Faeces betrifft, ist sie ja in der ersten Gruppe ziemlich gering. Die extremsten Trockensubstanzmengen pro

Tabelle 29.

Trockensubstanzmengen der Faeces und N-, Ätherextrakt und Aschenprozente bei den verschiedenen Kauarten und in den verschiedenen Versuchsserien.

		Trockensubstanz in g				N in Proz.				Ätherextraktivstoffe in Proz.				Asche in Proz.			
		1	2	3	Mittelwert	1	2	3	Mittelwert	1	2	3	Mittelwert	1	2	3	Mittelwert
Kartoffelserie	Schlechtes Kauen	46·4	49·0	27·7	41·0	6·19	4·98	4·40	5·19	23·1	18·2	18·4	19·9	14·8	16·7	14·4	15·3
	Gewöhnliches „	45·6	46·7	56·3	49·5	4·47	3·75	4·78	4·33	16·0	17·6	16·7	16·8	13·4	17·6	12·6	14·5
	Gutes „	41·1	48·6	34·6	41·4	5·84	4·42	5·43	5·23	16·8	17·3	15·9	16·7	15·1	17·7	12·4	15·0
Roggenzwiebackserie	Schlechtes „	143·1	125·0	120·1	129·4	4·03	3·56	3·31	3·63	13·9	11·3	12·3	12·5	11·4	13·6	11·5	12·2
	Gewöhnliches „	130·2	133·8	119·0	127·6	3·60	3·92	3·54	3·69	12·2	12·2	14·5	13·0	11·5	14·1	11·6	12·4
	Gutes „	109·0	128·2	135·2	124·1	4·39	3·85	3·75	4·0	14·9	12·6	14·0	13·8	11·5	13·4	12·8	12·6
Weizenzwiebackserie	Schlechtes „	56·5	50·1	—	53·3	4·83	4·75	—	4·79	17·0	17·2	—	17·1	11·5	12·2	—	11·8
	Gewöhnliches „	48·1	45·1	—	46·6	4·44	5·43	—	4·93	16·2	17·9	—	17·0	11·6	12·0	—	11·8
	Gutes „	42·6	40·9	—	41·7	4·32	6·11	—	5·21	19·7	19·8	—	19·8	10·6	12·2	—	11·4
Rindfleischserie	Schlechtes „	48·4	47·9	47·0	47·7	5·60	6·05	4·89	5·51	22·3	21·5	16·8	20·2	13·6	17·3	14·0	15·0
	Gewöhnliches „	44·5	43·3	46·9	44·9	5·89	5·66	3·99	5·18	20·7	20·5	22·2	21·1	16·6	17·5	13·4	15·8
	Gutes „	33·9	47·1	35·3	38·7	6·55	5·69	4·22	5·49	20·4	18·7	23·2	20·8	12·4	15·5	11·0	13·0
Bohnenserie	Schlechtes „	127·0	119·8	—	123·4	6·80	6·63	—	6·72	15·3	12·7	—	14·0	11·7	13·6	—	12·6
	Gutes „	145·5	127·4	—	136·4	7·09	7·00	—	7·05	14·9	10·8	—	12·8	12·6	13·3	—	12·9
Speckserie	Schlechtes „	115·5	90·2	85·6	96·9	4·08	3·90	4·29	4·09	42·6	30·3	19·0	30·6	8·6	11·6	12·3	10·8
	Gutes „	102·2	64·9	64·1	77·1	4·77	4·87	4·10	4·58	28·0	19·1	18·7	21·9	11·6	11·9	11·8	11·8
Bananenserie	Schlechtes „	112·3	97·3	91·2	100·3	4·91	4·53	4·13	4·52	24·8	10·8	12·3	16·0	10·2	12·5	10·1	10·9
	Gutes „	108·2	109·8	108·1	108·7	5·19	4·46	4·11	4·59	14·6	11·7	17·8	14·7	11·2	12·5	14·7	12·8

Versuchsserie betragen denn auch 27·7 g für Versuchsperson Nr. 3 bei schlechtem Kauen in der Kartoffelserie und 56·5 g für Versuchsperson Nr. 1 bei schlechtem Kauen in der Weizenzwiebackserie oder pro Versuchstag nur 9·2 und 18·8 g. In der zweiten Gruppe sind die extremsten Trockensubstanzmengen pro Versuchsserie 64·1 g für Versuchsperson Nr. 3 bei gutem Kauen in der Speckserie und 145·5 g für Versuchsperson Nr. 1 bei gutem Kauen in der Bohnenserie oder 21·4 und 48·5 g pro Versuchstag.

Beim Vergleich der in der Literatur angeführten Analysen der Faeces aus schwer und unvollständig verdaulicher Nahrung habe ich mein Augenmerk besonders auf die Resultate Wickes[1] gerichtet. Nach dem Verzehren aus unenthülstem Roggen hergestellten Brotes fand sich in der Trockensubstanz der Faeces Stickstoff 4·11 Proz. oder ungefähr eine meinen Werten nahekommende Menge. Die entsprechende Prozentzahl Meyers[2] ist 3·7, die also innerhalb der Schwankungen meiner Resultate verbleibt.

Die Ätherextrakt- und Aschenprozente der Faeces scheinen in der Kartoffel-, der Weizenzwieback- und der Rindfleischserie den Werten der Praußnitzschen Normalfaeces recht nahe zu stehen.

Nach den Beobachtungen von Praußnitz u. a. hängen die Beschaffenheit und die relative Menge der Faeces zum größten Teil von der Beschaffenheit der verzehrten Nahrung ab. Bei der Durchmusterung meiner eigenen Versuche und der zu ihnen gehörigen Faecesanalysen konstatiere ich deutlich, daß die verschiedenartigen Nahrungsmittel je auf eigene Weise die Beschaffenheit und Menge der Faeces beeinflussen. Beim Verzehren der gleichen Kost sind die Schwankungen unter den verschiedenen Versuchspersonen im allgemeinen sehr klein. Dagegen können die Schwankungen beim Verzehren verschiedener Nahrungsmittel sogar sehr beträchtlich sein.

Durch meine Untersuchung sollte ermittelt werden, wie das mit verschiedener Intensität stattfindende Kauen auf die Resorption der verzehrten Kost einwirkt. Die Resultate meiner Versuche in den meisten Serien liefern keinen Beweis dafür, daß möglichst gutes Kauen die Resorption im Vergleich zum schlechten Kauen steigerte. Wir können keinerlei Methodik ausarbeiten, die alle Fehlermöglichkeiten ausschließen würde. Fehler oder unberechenbare Schwankungen können schon während der Digestionstätigkeit und auch bei den darauffolgenden Analysen entstehen. Der menschliche Organismus ist ein so kompli-

[1] H. Wicke, Die Decortication des Getreides und ihre hygienische Bedeutung. *Archiv f. Hyg.* 1890. Bd. XI. S. 336.

[2] G. Meyer, Ernährungsversuche mit Brot. *Zeitschr. f. Biol.* 1871. Bd. VII. S. 1.

ziertes und mannigfaltigen Einwirkungen ausgesetztes physiologisches Gebilde, daß seine Tätigkeit niemals ganz dieselbe ist. Z. B. könnte auch verschiedenartiges Kauen schon an sich die biologischen Funktionen des Organismus in der Weise verändern, daß die Menge und Beschaffenheit der Verdauungssäfte und der Ausscheidungen des Darmkanals sowie die Menge der von der Darmwand abgelösten Zellen und der Darmbakterien wenigstens einigermaßen die Menge oder Beschaffenheit der Faeces verändern könnten. A priori läßt sich überhaupt nicht sagen, in welcher Richtung diese Faecesveränderungen stattfinden würden. Es könnte ja auch geschehen, daß in den Versuchen, wo schlechtes Kauen die Trockensubstanz der Faeces etwas vermehrt, dasselbe schlechte Kauen die Menge der Verdauungssäfte und Abscheidungen des Darmkanals oder das Bakterienwachstum dermaßen erhöhte, daß ihre Zunahme gerade der vermehrten Trockensubstanz entsprechen könnte.

Wegen dieser und mancher anderer biologischen Eventualitäten und möglichen Versuchsfehler geht es natürlich nicht an, ganz kleine in dieser oder jener Richtung stattfindende Schwankungen der Resorptionsergebnisse in Betracht zu ziehen. Auch in dem Fall, daß die Resultate der Resorption aller Nahrungsbestandteile in derselben Richtung gehen, müssen die Ergebnisse der Versuche mit der nötigen Kritik beurteilt werden. Beispielsweise können bei der Abgrenzung der Faeces begangene Fehler gerade eine solche in allen Bestandteilen auftretende, in derselben Richtung gehende Erscheinung verursachen. Erst wenn die Resultate überzeugend für eine Verschlechterung oder Verbesserung der Resorption sprechen, können wir einen unbedingt stichhaltigen Schluß auf die Einwirkung des Kauens in dieser oder jener Richtung ziehen.

Da unter den oben angeführten Versuchsserien ausschließlich in der Speckserie eine deutliche Verbesserung der Resorption durch das Kauen zu beobachten ist und in gewissen anderen Versuchsserien nur bei einem Teil der Versuchspersonen eine sehr unbedeutende und zugleich auch unsichere Verbesserung der Resultate sowie in anderen Serien gar keine Einwirkung des Kauens, ja eine Verschlechterung der Resorptionsergebnisse konstatiert wird, so muß man die Ursachen untersuchen, die zu dieser Verschiedenheit der Resultate geführt haben.

Naturgemäß richtet sich unser Augenmerk auf die Beschaffenheit und Menge der in den verschiedenen Serien angewandten Kost sowie vor allem darauf, wie leicht die verschiedenen Nahrungsstoffe dem Einfluß der Verdauungssäfte unterliegen. Besonders der Triturationsgrad der Nahrungsstoffe ist bei dieser Untersuchung sehr bedeutungsvoll.

Aus den Untersuchungen von Gaudenz, Meyer, Götz u. a. geht hervor, daß die Enzyme in vitro um so schneller und vollständiger einwirken, je besser die Nahrung zerkleinert ist. Ebenso wie die mechanische Zerkleinerung der Speise wirkt nach den genannten Forschern auch deren Kochen und Braten. Dies ist auch wohl verständlich, denn die mechanische Zerkleinerung ist doch nur ein relativ makroskopischer Akt. Beim Kochen oder Braten spaltet die hohe Temperatur und das Verdampfen des in der Nahrung enthaltenen Wassers, d. h. das Sieden, die Zellmembranen und zerteilt die innerhalb derselben befindliche Nährsubstanz und denaturiert sie überdies, wobei die Verdauungssäfte besser einwirken können.

Zu meinen Versuchsserien habe ich im allgemeinen solche Speisen gewählt, die zu unseren gewöhnlichen einfachen Nahrungsmitteln gehören. Ihre Zubereitung ist im großen und ganzen dieselbe wie bei der heute üblichen Speisebereitung, wobei das Nahrungsmittel in dem Grade zerteilt wird, daß dem Eindringen der Verdauungssäfte keine größeren Schwierigkeiten entgegenstehen. Beispielsweise sind die mit der Schale gekochten Kartoffeln so weich und zerfallend, daß wenigstens sie sogar bei schlechtem Kauen der Digestionstätigkeit der in meinen Versuchen angewandten gesunden Versuchspersonen keinen nennenswerten Widerstand bieten. Darum möchte ich die mit der Schale gekochten Kartoffeln für einen gesunden Menschen als verhältnismäßig leichtverdauliche Nahrung betrachten.

Die ungekochten Äpfel, von denen Schale und Kerngehäuse entfernt waren, stellten in bezug auf ihre Beschaffenheit eine sehr weiche Art dar, weshalb ich auch sie jedenfalls nicht als eine schwerverdauliche Nahrung ansehen möchte.

Die Resistenz der Bananen dürfte der Resistenz der von mir angewandten Äpfel recht nahe stehen.

Die in meinen Versuchen gebrauchten Roggen- und Weizenzwiebäcke waren beide trocken gebacken und sehr mürbe. Das zu den Weizenzwiebäcken verwendete Mehl war gut enthülst und gereinigt, wobei die Stärke in ihnen möglichst frei war. Dagegen waren die Roggenzwiebäcke aus gewöhnlichem, mit den Schalen gemahlenem Roggen hergestellt, so daß das zu ihrer Bereitung verwendete Mehl in reichlicher Menge Schalenteile des Getreides enthielt. In solchen, Schalenteile des Getreides enthaltenden und aus ziemlich grobem Mehl hergestellten Zwiebäcken finden sich naturgemäß viel Bestandteile, bei deren Verdauung die Digestionssäfte größere Schwierigkeiten zu überwinden haben als bei entsprechender Verdauung von Weizenzwiebäcken. Außerdem enthielten die Schalenteilchen des zu den Roggenzwiebäcken verwendeten Mehles reichlich solche Substanzen, die sogar nicht in

adäquater Beziehung zu unserem Verdauungsapparat stehen. Selbst wenn der zu den Roggenzwiebäcken verwendete Rohstoff, das Mehl, der Digestion eventuell Schwierigkeiten bereiten sollte, macht die Zubereitung die Zwiebäcke doch sehr locker und mürbe und leicht in Flüssigkeiten zerfallend. Dadurch können die Verdauungssäfte ihre Digestionsaufgabe verhältnismäßig leicht ausführen. Nach dem Gesagten scheint es mir, daß beide Zwiebacksarten sehr leicht durch die Verdauungssäfte beeinflußt werden, obwohl der Roggenzwieback reichlich Bestandteile enthält, die nicht resorbiert werden.

Der Zucker ist natürlich im denkbar höchsten Grade löslich, weshalb ich ihn mit einer bloßen Erwähnung erledige.

Die Butter, die Sahne und der in meinen Versuchen verwendete Käse sind ebenfalls Nahrungsmittel, die leicht einer gründlichen Bearbeitung durch die Verdauungssäfte anheimfallen.

Das Rindfleisch, selbst ziemlich zähes, wird gleichfalls, wenn genügend gar gekocht, sehr leicht von den Enzymen bearbeitet. Dasselbe gilt von geräucherter Wurst.

Erst der in der Speckserie verwendete kalt geräucherte, gesalzene, aus der Bauchwand des Schweines genommene Speck war seinen Eigenschaften nach von anderer Art als die oben behandelten Nahrungsstoffe. Dieser Speck war von Beschaffenheit sehr zäh. Da das Fett darin von Bindegewebe umgeben und die Bearbeitung des Speckes außerdem sehr unbedeutend, ja mangelhaft ist, versteht man, daß ein solches Nahrungsmittel an die Verdauung recht hohe Anforderungen stellt. Bei besonders gutem Kauen konstatierte ich, wie die Bindegewebspartien das Zustandekommen eines gründlichen Kauresultates verhinderten. Es war unmöglich, ein flüssiges, verschlingbares Kauprodukt von der Art wie in den anderen Versuchsserien zu erzielen, vielmehr blieb der Speck mehr oder weniger in Fetzen erhalten. Schon während des Kauens ahnte ich, daß die Ergebnisse der Speckserie von denen der anderen Serien abweichen könnten.

Die Bohnen bilden ebenfalls eine Gruppe für sich, denn sie waren verhältnismäßig hart gekocht, so daß ihre Resistenz gegenüber der Einwirkung der Enzyme sicher größer als die der Kartoffeln und Zwiebäcke ist.

Bei der Durchmusterung der oben angeführten Nahrungsmittel wird es klar, daß die meisten meiner Versuchskosten im allgemeinen von solcher Art waren wie die heutzutage in unserem Lande üblichen Nahrungsmittel, und daß es für die Verdauungssäfte verhältnismäßig leicht war, in sie einzudringen, und daher auch leicht, auf sie einzuwirken. Nur der Speck war ein Nahrungsmittel, das der Tätigkeit der Verdauungssäfte einen größeren Widerstand verursachte. Den Bohnen möchte ich einen Platz zwischen beiden Gruppen anweisen.

Betrachten wir die Resultate, die die meisten meiner Versuchsserien gegeben haben, so finden wir, daß die Resorption bei allen Kauarten im großen ganzen ziemlich gleich gut stattfindet. Wird in einer bei verbessertem Kauen eine kleine Verbesserung der Resorption konstatiert, so ist sie praktisch doch minimal oder sie fällt innerhalb der Fehlergrenzen. Nur in der Speckserie ist festzustellen, daß verbessertes Kauen die Resorption erhöht, aber auch in dieser Serie bezieht sich die Wirkung des Kauens am ehesten auf die Ätherextraktivstoffe, d. h. auf das Fett. Die Resorption der Eiweißstoffe und der Kohlehydrate nimmt in der Speckserie bedeutend weniger zu.

Die Erscheinung, daß die Verbesserung des Kauens in den meisten meiner Versuchsserien die Resorption nicht nennenswert oder überhaupt nicht erhöht, beruht darauf, daß die in ihnen verwendeten Nahrungsstoffe, wenn gut gar gekocht oder bearbeitet, leicht verdaulich und infolgedessen auch leicht resorbierbar sind. Die bei mangelhaftem Kauen fehlende oder unvollständig gebliebene Vorarbeit der Digestion wird durch andere im Verdauungskanal stattfindende biologische Erscheinungen oder Vorgänge ersetzt. Nur in der Speckserie ist zu beobachten, daß das erforderliche Kauen nicht vollständig durch die späteren Verdauungsvorgänge ausgeglichen werden konnte.

Damit unser Organismus in gutem Stande und funktionstauglich bleibt, hat es die Natur so eingerichtet, daß ein beträchtlicher Teil unserer Organe so ausgedehnt und ihre Funktion so kräftig ist, daß ihre höchste Leistungsfähigkeit bei ihrer Tätigkeit nicht in Anwendung kommt. Wenn mitunter eine plötzliche erhöhte Leistungsfähigkeit gefordert wird, ist die Reservekraft unserer Organe imstande, sie aufzubringen. Abgesehen davon, daß diese eigene, unter gewöhnlichen Verhältnissen unangewandte Reserve der Organe eine Überbelastung des Organismus aufwiegen kann, können auch andere Organe die mangelhafte Leistungsfähigkeit eines anderen Organes kompensieren. Ja, diese von einem anderen Organ dargeliehene Kompensation kann so groß sein, daß irgendein anderes Organ aus einer oder der anderen Ursache gebrauchsunfähig oder sogar zerstört, ja entfernt und trotzdem die allseitige Funktion des Organismus hinreichend gut sein kann.

Als eine ähnliche, einigermaßen durch andere Mittel kompensierbare Tätigkeit könnte man vielleicht auch das Kauen ansehen. Die durch die Kultur eingeführte Kunst der Speisebereitung vermindert schon an ihrem Teil die Bedeutung des Kauens gegenüber dem auf einem primitiven Ernährungszustand stehenden Urmenschen, der offenbar Nahrung verzehrt hat, bei deren Bearbeitung die Zähne eine größere Rolle spielten, als es bei dem heutigen Kulturmenschen der Fall ist.

Ebenso wie die Kochkunst die den Zähnen überlassene Arbeit vermindert, dürfte wohl eine von dieser oder jener Ursache herrührende Verschlechterung des Kauens durch physikalische und chemische Vorgänge im Magen und Darmkanal kompensiert werden können. Ist es doch ganz gewöhnlich, daß Individuen mit schlechten Zähnen oder ohne alle Zähne sich eines ganz ausgezeichneten Befindens erfreuen. Bei diesen ersetzt wohl die Zubereitung und Auswahl der Nahrung sowie die kompensierende Tätigkeit des Magens und Darmkanals die fehlende Arbeit des Gebisses.

Außer dem erwähnten recht häufig vorkommenden mangelhaften oder ganz fehlenden Gebiß können im Gebiet des Verdauungskanals noch größere Defekte auftreten. Solche sind die bei verschiedenartigen, hauptsächlich lokalen Krankheitszuständen oder infolge von Unfällen ausgeführten Magen-, Dünndarm- oder Dickdarmresektionen. Trotz recht umfassender Resektionen des Verdauungskanals haben sich Versuchstiere und operierte Personen hinterher überraschend wohl befunden. In unserer einheimischen Literatur sind namentlich die Resultate von Tuomikoski[1] äußerst interessant. Seine Untersuchungen zeigen, daß sogar eine ausgedehnte Resektion des Dünndarms die Resorption der Nahrung noch nicht sehr stark herabsetzt. Nur die Resorption des Ätherextraktes leidet mehr, die des Eiweißes und der Asche sehr wenig und die der Kohlehydrate überhaupt nicht. Das Resorptionsprozent einer solchen fast dünndarmlosen Versuchsperson in bezug auf die Kalorien ist in dem Falle Tuomikoskis 82·7 und das der Kontrollpersonen 92·6. Derselbe Forscher hatte noch eine andere Versuchsperson, deren Dickdarm vom Coecum bis zum Colon pelvinum unilateral getrennt war. Bei dieser war die Resorption der Kohlehydrate, des Eiweißes und der Asche nur etwas niedriger als bei der Kontrollperson, aber die des Fettes gleich groß. Das Resorptionsprozent der Kalorien war bei der letzteren Versuchsperson 89·6 und bei der Kontrollperson 92·6.

Die Magen-, Dünndarm- und Dickdarmresektionen wirken gewiß entscheidender zur Verschlechterung der Verdauung mit als eine Ersetzung des gewohnten Kauens durch ein möglichst schlechtes. Da die Verdauungsorgane nach den erwähnten operativen Eingriffen imstande sind, die Funktion der fehlenden Teile so gut zu kompensieren, wie es die Resultate Tuomikoskis und mancher anderer Forscher zeigen, ist es gar kein Wunder, daß der unberührte, gesunde Verdauungsapparat mit all seinen Organen das mangelhafte Kauen zu ersetzen

[1] Viljo Tuomikoski, Zur Kenntnis der Ausnutzung der Nahrung nach Darmverkürzungen. *Dies Archiv.* 1928 Bd. LIV. 249.

vermag, zumal da die Kunst der Speisebereitung heute so hoch steht. Beispielsweise sagt denn auch London[1], daß die im Munde und Magen stattfindende Verdauungsarbeit für das Leben gar nicht unumgänglich nötig ist. Das zu der im Munde vor sich gehenden Verdauungsarbeit gehörende Kauen ist sicher für den die heute übliche Nahrung verzehrenden gesunden Menschen von geringerem Wert als ein unberührter Magen. Natürlich ist das Kauen nicht als eine unnütze oder ganz unwesentliche Vorarbeit der Verdauung zu betrachten, sondern es hat seine Bedeutung und seinen Zweck. In der Speckserie tritt denn auch gerade die Einwirkung des Kauens hervor, da der dort verwendete Speck so zäh und von solcher Beschaffenheit war, daß die Verdauungssäfte nicht ohne gründliches Kauen genügend auf ihn einzuwirken vermögen. Aber auch in dieser Versuchsserie stehen die Resorptionswerte bei möglichst schlechtem und möglichst gutem Kauen einander ziemlich nahe. Wie aus den früher mitgeteilten Resultaten hervorgeht, ist das durchschnittliche Resorptionsprozent des Ätherextraktes für die Versuchspersonen meiner Speckserie bei den erwähnten extremen Kauarten 84·1 bzw. 90·9 und das entsprechende Resorptionsprozent der Kalorien 90·2 bzw. 92·9. Diese Zahlen stehen einander bedeutend näher, als die Kalorienwerte (82·7 u. 89·6) der beiden Versuchspersonen Tuomikoskis und der Ätherextraktwert (63·1) des Dünndarmresektionspatienten den Werten der Kontrollperson des genannten Forschers stehen.

Die Erscheinung, daß das verbesserte Kauen in der Mehrzahl meiner Versuchsserien fast keinen Einfluß hat, beruht natürlicherweise darauf, daß schon die mit schlechtem Kauen verzehrte Kost so leicht unter die Einwirkung der Verdauungssäfte gerät, daß das Resultat auch durch besseres Kauen nicht erheblich verbessert werden kann. Was die Zähne unausgeführt gelassen haben, wird durch die Tätigkeit der weiter unten gelegenen Verdauungsorgane kompensiert. Von solcher Kost wird ungefähr alles aufgesaugt, was überhaupt aufgesaugt werden kann. Die als Rest übriggebliebenen Faeces sind im allgemeinen keine unverdaut gebliebenen Nahrungsteile, sondern sie sind das Produkt, das die Digestionsarbeit hervorbringt und bestehen vorzugsweise aus solchen Bestandteilen, die der Organismus nicht resorbiert oder die er nicht zu resorbieren braucht. Wenn wir verstehen, daß sogar schlecht gekaute, aber gut zubereitete und bearbeitete Kost ungefähr vollständig resorbiert wird, sehen wir auch ein, weshalb das gute Kauen derselben Kost die Resorption jedenfalls nicht nennenswert erhöhen kann.

[1] London, Verdauung. *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere.* 1909. Bd. III. S. 56.

Durch die Resultate der oben angeführten Versuche und die aus ihnen gezogenen Schlußfolgerungen habe ich dargetan, daß die Einwirkung des Kauens auf die Resorption von der Beschaffenheit der Nahrung abhängt. Beim Verzehren gut bearbeiteter und zubereiteter Kost, wie es unsere gewöhnlichen Speisen sind, ist das Kauen jedenfalls nicht von nennenswerter Bedeutung, wohl aber dann, wenn der Bearbeitungs- und Zubereitungsgrad der Nahrung mangelhaft ist.

Um meine Ergebnisse noch weiter zu sichern, habe ich die tägliche N- und Ätherextraktmenge der Faeces berechnet und verglichen, wie sich diese Zahlen zu den in den Faeces auftretenden N- und Ätherextraktmengen verhalten, die als Produkt des Stoffwechsels in den Faeces entstehen sollen. Ein solcher Vergleich ist natürlich nicht absolut beweiskräftig, aber auch indirekt kommt ihm doch die Bedeutung eines relativen Nebenbeweises zu.

Oben, Seite 68, habe ich auf die Feststellung R. Tigerstedts hingewiesen, daß in den Faeces täglich 0·5 bis 1·4 g N und 3 bis 7 g Ätherextraktivstoffe auftreten, welche Produkte des eigenen Stoffwechsels des Organismus darstellen. Wenn die tägliche Menge des N und der Ätherextraktivstoffe die angeführten Zahlen nicht übersteigt, ist nach R. Tigerstedt anzunehmen, daß die Nahrung zum größten Teil oder ganz vollständig aufgesogen worden ist.

Die in meinen Versuchsserien auftretenden täglichen Mengen des N und der Ätherextraktivstoffe der Faeces sind aus Tabelle 30 zu ersehen.

Tabelle 30.

Tägliche N- und Ätherextraktmengen der Faeces.

		N g			Ätherextraktivstoffe g		
Versuchsserie	Art d. Kauens	1	2	3	1	2	3
Kartoffelserie	schlecht	0·96	0·81	0·41	3·4	3·0	1·7
	gewöhnlich	0·68	0·58	0·90	2·4	2·7	3·1
	gut	0·80	0·71	0·63	2·3	2·8	1·8
Roggenzwiebackserie .	schlecht	1·92	1·48	1·33	6·6	4·7	4·9
	gewöhnlich	1·56	1·75	1·41	5·3	5·4	5·8
	gut	1·59	1·64	1·69	5·4	5·3	6·3
Weizenzwiebackserie .	schlecht	0·91	0·79	—	3·2	2·9	—
	gewöhnlich	0·71	0·81	—	2·6	2·7	—
	gut	0·61	0·83	—	2·8	2·7	—
Rindfleischserie . . .	schlecht	0·90	0·97	0·77	3·6	3·4	2·6
	gewöhnlich	0·87	0·82	0·62	3·1	3·0	3·5
	gut	0·74	0·89	0·39	2·3	2·9	2·7
Bohnenserie.	schlecht	2·88	2·64	—	6·5	5·1	—
	gut	3·44	2·97	—	7·1	4·6	—
Speckserie	schlecht	1·57	1·17	1·22	16·4	9·1	5·4
	gut	1·63	1·05	0·88	9·5	4·1	4·0
Bananenserie	schlecht	1·83	1·47	1·26	9·3	3·5	3·7
	gut	1·87	1·63	1·48	5·3	4·3	6·4

In der Kartoffel-, der Weizenzwieback- und der Rindfleischserie übersteigen die N- und Ätherextraktmengen die oben angeführten Zahlen überhaupt nicht. Die äußersten Werte der Kartoffelserie sind 0·41 bis 0·96 g N und 1·7 bis 3·4 g Ätherextraktivstoffe. In der Weizenzwiebackserie sind die entsprechenden Zahlen 0·51 bis 0·91 und 2·6 bis 3·2 und in der Rindfleischserie 0·39 bis 0·97 und 2·3 bis 3·6. Nach diesen Zahlen ist anzunehmen, daß die Resorption der Eiweiß- und Ätherextraktivstoffe überall in den erwähnten Versuchsserien möglichst vollständig erfolgt ist, weshalb kaum die Möglichkeit besteht, daß die Verschlechterung oder Verbesserung des Kauens in diesen Versuchsserien die Resorption der Eiweiß- und Ätherextraktivstoffe direkt herabsetzen oder erhöhen könnte. Die Schwankung der Zahlen beruht, wie ich glauben möchte, auf Schwankungen des Stoffwechsels und der physiologischen Organtätigkeit und auf den direkten Versuchsfehlern.

In der Roggenzwiebackserie ist die tägliche N-Menge der Faeces größer als 1·4 g, und zwar schwankt sie in meinen Versuchen zwischen 1·33 und 1·92 g. Nach R. Tigerstedt tritt in den Faeces, die nach dem Verzehren von Roggenbrot entstanden sind, täglich 2 bis 4 g N auf, wenn das Brot aus unenthülstem Getreide hergestellt ist; wenn die Hülsen des Getreides größtenteils entfernt sind, ist die N-Menge etwa 2 g. In meinen Versuchen ist die höchste N-Menge 1·92 g. Die Erscheinung, daß die tägliche N-Menge in der Roggenzwiebackserie bedeutend größer als 1·4 g ist, beruht darauf, daß die Hülsensubstanz solche unverdauliche N-haltige Stoffe enthält, die kein wirkliches Eiweiß sind.

Die täglichen Mengen der Ätherextraktivstoffe in der Roggenzwiebackserie sind 4·7 bis 6·6 g und übersteigen mithin die obenerwähnten 7 g nicht.

Es scheint mir also, daß auch die Eiweiß- und Ätherextraktivstoffe der Roggenzwiebackserie so genau wie möglich resorbiert werden, und daß die durch die verschiedenen Kauarten verursachten Schwankungen offenbar innerhalb der Fehlergrenzen liegen.

Die tägliche N-Menge der Faeces in der Bohnenserie ist 2·64 bis 3·44 g und überschreitet somit die Zahl 1·4. Die Erklärung hierfür scheint mir in dem ungenügenden Garkochen der Bohnen, der Anwesenheit von Schalen und dem Auftreten unverdauter Bohnenstückchen zu liegen. Trotzdem der N-Gehalt der Faeces den Wert 1·4 g beträchtlich übersteigt, sind die von dem guten Kauen gelieferten N-Mengen doch nicht kleiner als die von dem schlechten Kauen herrührenden, sondern gerade umgekehrt.

Die Menge der Ätherextraktivstoffe ist in der Bohnenserie 4·6 bis 7·1 g, was zeigt, daß das in der Kost enthaltene Fett relativ gut resorbiert worden ist.

Die tägliche N-Menge der Faeces in der Speckserie, 1·05 bis 1·63 g, übersteigt den Wert 1·4, was sich aus der Schwerverdaulichkeit des Bindegewebes erklärt. Bei Versuchsperson Nr. 1 erhöht die Verbesserung des Kauens nicht die Resorption des N. Bei den Versuchspersonen Nr. 2 und 3 gehen die N-Werte zwar beim Besserwerden des Kauens herab, aber bei beiden Kauarten liegen sie doch unterhalb des Wertes 1·4 g.

Ätherextraktivstoffe sind in der Speckserie in der täglichen Faecesmenge bei schlechtem Kauen bedeutend mehr, 5·4 bis 16·4 und bei gutem Kauen 4·0 bis 9·6 g vorhanden. Die Zahlen übersteigen teilweise die von R. Tigerstedt angeführten 3 bis 7 g und gehen bei verbessertem Kauen herab. Dies beweist meines Erachtens, daß in der Speckserie bei schlechtem Kauen nicht alles resorbiert worden ist, was möglich gewesen wäre, und daß das verbesserte Kauen die Resorption erhöht.

In der Bananenserie schwanken die N-Mengen zwischen 1·26 und 1·87 g und überschreiten mithin die Zahl 1·4. Die Höhe der Werte dürfte ihrerseits von den in der Serie verwendeten Roggenzwiebäcken herrühren. Die Zahlen verbessern sich nicht bei besser werdendem Kauen.

Die Ätherextraktmengen liegen im allgemeinen unterhalb des Wertes 7·0.

Auch von diesem Gesichtspunkt aus finde ich, daß eine deutliche, durch das Kauen verursachte Verbesserung der Resorption nur in der Speckserie stattfindet, so daß auch diese Durchmusterung in gewisser Weise für die früher von mir geäußerten Behauptungen spricht.

VI. Zusammenfassung.

Aus meinen für drei Versuchspersonen akut angeordneten Versuchen, durch welche die Einwirkung des Kauens auf die Resorption beim Verzehren der in unserem Lande allgemein verwendeten Nahrung untersucht werden sollte, ergibt sich folgendes:

1. Die Resorption ist im allgemeinen gleich vollständig, mag die Kost außerordentlich mangelhaft, normal oder möglichst gut gekaut werden. Die Unterschiede der im Darmkanal entstehenden Verluste bei verschiedenen Kauarten sind im allgemeinen so gering, daß sie ganz innerhalb der Versuchsfehlergrenzen verbleiben und außerdem durchaus nicht immer dem vollständigen Kauen zugute kommen.

2. Nur in der Versuchsserie, in der täglich 100 g kalt geräucherter Speck verzehrt wurde, ist zu konstatieren, daß gründliches Kauen die Resorption deutlich erhöhte.

3. Die durchschnittliche, aus allen Versuchsserien berechnete Resorption der Kalorien ist bei mangelhaftem Kauen 94·0 Proz. und bei vollständigem 94·5 Proz. Wird bei der Mittelwertberechnung die Speckserie gar nicht in Betracht gezogen, so ergibt sich als Resorptionsprozent der Kalorien bei den erwähnten Kauarten 94·6 bzw. 94·8. In der Speckserie sind die entsprechenden Resorptionsprozente 90·2 und 92·9.

4. Daß die Veränderung der Kauintensität überhaupt nicht oder nur in ganz geringerem Maße auf die Größe der Resorption einwirkt, beruht wahrscheinlich teils darauf, daß die von den zivilisierten Menschen verzehrte Kost so vollständig bearbeitet und zubereitet ist, daß sie leicht der Einwirkung der Verdauungssäfte unterliegt, und teils darauf, daß die Verdauungsorgane im allgemeinen untereinander ihre Tätigkeit, in diesem Fall das mangelhafte Kauen, kompensieren können. Die in der Speckserie konstatierte, die Resorption verbessernde Wirkung des Kauens rührt von der außergewöhnlich mangelhaften Zubereitung des dabei verwendeten Speckes her, wobei die Verdauungssäfte nicht genügend auf die schlecht gekaute Kost einwirken konnten.

5. Diese Resultate beruhen, wie schon oben erwähnt wurde, auf mit gesunden Versuchspersonen akut ausgeführten Versuchen und schließen mithin nicht die Möglichkeit aus, daß das mangelhafte Kauen bei bestimmten pathologischen Veränderungen der Tätigkeit des Magens und Darmkanals zu einer Verschlechterung der Resorption führen und auf die Dauer einen solchen pathologischen Zustand hervorrufen kann.